

Implementación de sistemas de inteligencia tecnológica desde la perspectiva de la complejidad

Implementing technological intelligence systems from the viewpoint of complexity theory

María Elena García Vergara¹, Oscar Fernando Castellanos Domínguez²
y Sonia Esperanza Monroy Varela⁵

RESUMEN

En la actualidad la tecnología juega un papel muy importante en el desarrollo y competitividad de las organizaciones y por tanto se requiere de su adecuado manejo. La gestión tecnológica se ha fortalecido integrando nuevos conceptos como el de inteligencia tecnológica (IT), la cual en la práctica es aplicada en una forma sistemática. El objetivo del presente artículo se centra en el análisis de los referentes conceptuales de la IT, así como de su implementación. Se evidencia que se requiere de una visión que admita el dinamismo para la generación de conocimiento y su utilización en los procesos productivos. Se definen retos observados en diferentes contextos para lograr mayor eficiencia en la generación de direccionamiento estratégico de la variable tecnológica con ayuda de la inteligencia. Como opción a estos se realiza una revisión de la teoría de la complejidad, la cual puede proveer un marco analítico y conceptual para el estudio de los sistemas, como los involucrados en la inteligencia, donde las interacciones constituyen el aspecto fundamental para su comprensión. Como resultado de este trabajo se plantean posibles aportes desde la complejidad a los sistemas de IT, postulando consideraciones para la implementación más dinámica de ellos.

Palabras clave: inteligencia tecnológica, gestión tecnológica, teoría de la complejidad.

ABSTRACT

Technology currently plays a very important role in organisations' development and competitiveness, thus requiring suitable handling. Technology management has been strengthened by integrating new systematically-applied concepts, such as technological intelligence (TI). The present article was aimed at analysing TI's conceptual referents and how to implement them. An approach was therefore needed admitting dynamism for producing knowledge (know-how) and using it in production processes. The challenges observed in different contexts were defined for achieving greater efficiency in producing strategic intelligence-supported technology management. Complexity theory was reviewed as this could provide an analytical and conceptual framework for studying systems like those involved in intelligence where interactions form the fundamental aspect for understanding them. This work has led to proposing possible contributions from complexity theory for TI systems, postulating considerations for making them more dynamic.

Keywords: technology intelligence, technology management, complexity theory.

Recibido: enero 22 de 2008

Aceptado: junio 23 de 2008

Introducción

En la actualidad se reconoce que las estrategias de competitividad global están siendo conducidas por la tecnología en contextos dinámicos, de alta velocidad, y ambientes turbulentos (Badawy, 1998, citado por Chanaron y Jolly, 1999). En

este marco, la gestión tecnológica adquiere importancia no sólo para entender la implementación y desarrollo de la tecnología, sino para tener una clara visión del rol que la misma juega en la estrategia corporativa.

La gestión tecnológica se ha entendido como el proceso de planeación, dirección, control y coordinación del desarrollo e implementación de habilidades tecnológicas para la elabo-

¹ Ingeniera industrial, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. M.Sc., en Administración, Universidad Nacional de Colombia. Profesora Universidad Nacional de Colombia. Profesora, Universidad Central, Colombia. Investigadora, grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – BioGestión. megarcia@unal.edu.co

² PhD, M.Sc. Ingeniero químico. Coordinador, Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión Productividad y Competitividad - BioGestión. Profesor asociado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. ofcastellanos@unal.edu.co.

³ Ingeniera Industrial, Universidad de los Andes, Colombia. Maestría, en Administración, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Sistemas de Información en la Orga y Especialista en Sistemas de Control Organizacional, Universidad de los Andes, Colombia. Profesora, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. semonroyv@unal.edu.co

ración y acompañamiento de objetivos estratégicos y operacionales de una organización (Liao, 2005). Su desarrollo se inicia en la mitad de la década de los ochenta, y su evolución a través de los años ha alcanzado diferentes campos, que involucran la conducción de todos los aspectos relacionados con la generación e introducción de cambios tecnológicos en la empresa, permitiendo catalizar innovaciones en los sistemas estratégicos, culturales, productivos y de infraestructura al interior de la organización (Mejía, 1998). Es posible identificar cuatro enfoques que muestran la evolución conceptual de la gestión tecnológica, tal como se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1. Evolución de la gestión tecnológica. Fuente: Adaptado de Drejer (1997)

Enfoque	Situación	Contribución	Característica
Gestión en la investigación y desarrollo (1965)	Estable, simple y en expansión	Métodos de planeación de la investigación y el desarrollo	Cambios tecnológicos percibidos como predecibles y pronosticables.
Gestión de la innovación (1975)	Cambiante pero predecible	Los primeros métodos para manejar el proceso completo de innovación	Las investigaciones realizan el análisis completo de la innovación, desde la invención hasta la comercialización ⁴ .
Planeación tecnológica (1979)	Cambiante, discontinua	Refinamiento de métodos y modelos de riesgo e incertidumbre	Creciente importancia otorgada a la tecnología como factor decisivo en la competitividad de las organizaciones.
Gestión tecnológica estratégica (1983)	Cambiante, discontinua, impredecibilidad	Expansión de la estrategia para manejar más asuntos	Se articula la tecnología a tendencias en el desarrollo de los negocios dentro de la gestión estratégica.

La evolución de la gestión tecnológica ha buscado responder a los rápidos y permanentes cambios de la tecnología, de forma que dichos cambios sean integrados adecuadamente en las organizaciones con el fin de aumentar su productividad y competitividad. Parte integral del avance de la gestión tecnológica son las metodologías y herramientas⁵ utilizadas para mantener una vigilancia activa sobre los eventos presentes y futuros que determinan el desarrollo de la tecnología. Así, atendiendo los diversos factores del entorno productivo

⁴ En este caso se puede mencionar que la innovación es considerada como la resultante de la articulación entre la concepción, la invención y la explotación (Drucker, citado por Drejer, 1997).

⁵ Dentro de las herramientas utilizadas comúnmente se encuentra el *benchmarking*, la vigilancia tecnológica, la prospectiva tecnológica y el diagnóstico tecnológico. Dentro de algunas metodologías recientemente utilizadas se destacan sistemas y tecnologías de información y comunicaciones, minería de datos, inteligencia artificial y sistemas expertos, y bases de datos (Liao, 2005).

que demandan una gestión efectiva de la tecnología, la gestión tecnológica ha integrado nuevos conceptos, como el de inteligencia, para el mejor desarrollo de sus procesos.

El concepto de inteligencia ha sido incorporado en años recientes al ambiente de los negocios ante la necesidad de las organizaciones de conocer con mayor certidumbre los eventos relevantes que afectan o podrían afectar su actividad (López *et al.*, 2001). Inicialmente fue utilizado en el ámbito militar y hoy en día hace parte importante de los procesos de planeación y mejoramiento realizados en las empresas, ya que permite atender los fines estratégicos de éstas, vinculando su conocimiento con sus decisiones y actuaciones, trascendiendo la simple observación del entorno. Ya a comienzos de los años ochenta, Porter (1980) señalaba la importancia de un análisis profundo de la competencia en el diseño de la estrategia de la empresa, recomendando el empleo de sistemas formalizados de inteligencia que suministren oportunamente información relevante del entorno para tomar decisiones con un nivel de certidumbre que le permita a la organización mantener su ventaja competitiva.

Dentro de los tipos de inteligencia que comenzaron a implementarse están: competitiva, económica, organizacional, empresarial; las cuales, a pesar de presentar diferencias, persiguen el mismo objetivo: fortalecer la ventaja competitiva de las organizaciones, y son básicamente sistemas dinámicos cuya denominación obedece a la información que manejen y a los objetivos específicos individuales a alcanzar (Castellanos *et al.*, 2005a). En este contexto, surge también la inteligencia tecnológica – IT como una actividad de exhaustivo seguimiento a la tecnología en los ámbitos que afectan a la empresa.

Los cambios permanentes del entorno y el proceso mismo de las organizaciones requieren de sistemas de inteligencia dinámicos, adaptables y continuos que aporten permanente conocimiento fundamental para el desarrollo de aquellas y de su éxito en el mercado. Se pretende en este artículo analizar específicamente el sistema de inteligencia tecnológica como capacidad de direccionamiento y planeación, así como su implementación en las organizaciones desde la perspectiva de la complejidad, enfoque que podrá aportar a la comprensión de las interacciones permanentes endógenas y exógenas dentro de un todo.

La inteligencia tecnológica (IT)

El reconocimiento del valor del análisis estratégico del entorno de la organización productiva, que se remonta a los años sesenta, representa un punto de referencia importante para definir los antecedentes de la inteligencia tecnológica, por cuanto es a partir de estos años donde se hace más tangible la necesidad de monitorear el ambiente, en tanto que las externalidades empiezan a tener mayores impactos en el grado de supervivencia (Aguilar, 1967; Buckley, 1967; Katz y Kahn, 1966; citados en Rodríguez y Valdés, 2003). A finales de los años setenta, en documentos institucionales de la OEA y la Cepal sobre el desarrollo tecnológico de la región ya se

mencionaba la necesidad de contar con métodos continuos y flexibles para la inserción de la variable tecnológica en los diferentes niveles de toma de decisión en los aparatos productivos de los países (Castellanos *et al.*, 2005b).

Con el surgimiento en 1986 en Estados Unidos de la *Society of Competitive Intelligence Professionals* (SCIP), dedicada a reconocer y difundir este tipo de conocimiento a escala mundial, se empieza a favorecer la implementación de sistemas de inteligencia, expandiéndose con fuerza a partir de los años noventa (Rodríguez y Valdés, 2003), con numerosos casos exitosos de aplicación de sistemas estructurados de inteligencia en países como Japón, Canadá y algunos otros en Europa. Según Coates *et al.*, (2001), el concepto de inteligencia tecnológica emerge fuertemente en los noventa como el proceso de identificación tecnológica basado en las amenazas y oportunidades del entorno.

El desarrollo de la inteligencia tecnológica, según Lichtenthaler (2003), comprende tres etapas. La primera involucra su amplia implementación de manera informal en varias compañías, de forma tal que junto con las tareas de planeación estratégica es denominada *monitoreo tecnológico*. La segunda etapa se presenta en empresas con departamentos centralizados de investigación o unidades de investigación y desarrollo (I&D), donde se realizan actividades operacionales y de corto plazo centradas en los clientes. En particular, tenía su foco en la gestión de I&D como parte normal del proyecto de administración, y las actividades estaban delegadas a lo largo de la organización. En la tercera etapa, se integra firmemente a los procesos de toma de decisión, mejorando el aprendizaje organizacional. Así, la integración de la inteligencia tecnológica al proceso nuclear de la gestión tecnológica y la inclusión de gran parte del personal de un sistema productivo constituyen el concepto de inteligencia organizacional.

La literatura sobre inteligencia tecnológica brinda variadas interpretaciones. Para Savioz (2004), la definición de inteligencia tecnológica se enmarca principalmente en dos escuelas de pensamiento. En primer lugar, están los autores que presentan métodos con el objetivo de predecir el desarrollo tecnológico en el futuro. De otro lado, está el intento por el desarrollo de sistemas que permitan periódicamente observar el ambiente tecnológico en el que se desenvuelve la organización con el fin de evaluar su impacto.

En el contexto latinoamericano, Rodríguez (2001, pág. 227) define la inteligencia tecnológica como un proceso de análisis sistemático del entorno científico y tecnológico basado en un ciclo de adquisición, análisis y difusión de información, que tiene como propósito apoyar la planeación estratégica de la organización, así como tratar de entender y anticiparse a los cambios haciendo una detección temprana de eventos tecnológicos que representan oportunidades o amenazas potenciales para la organización. Ortiz y Rincón (2005, pág. 2), consideran que la inteligencia tecnológica es un proceso que incluye la identificación de las necesidades de conocimiento de los usuarios, la recolección de piezas de in-

formación, el análisis y obtención de conclusiones, que finalmente se transmiten a los usuarios para responder a sus interrogantes y respaldar la toma de decisiones.

López *et al.*, (2005), expresan que la inteligencia tecnológica se vincula con el conocimiento relativo a las direcciones predominantes en el desarrollo tecnológico, a la identificación de los principales actores y a las acciones que realizan los competidores en los diversos temas. Solleiro plantea que la inteligencia tecnológica debe ser interpretada como una herramienta de gestión que permite elaborar planes, programas y proyectos relevantes (Orozco, 2000). Por su parte, Lichtenthaler (2003) la concibe como el conjunto de actividades relacionadas con la colección, análisis y comunicación de la información relevante sobre las tendencias tecnológicas que soportan las decisiones tecnológicas y más generales de la compañía, y por tanto afirma que debe ser una aproximación sistémica. Aspecto que coincide con Rodríguez y Escorsa (1998), cuando manifiestan que la inteligencia tecnológica comprende un trabajo analítico en el tiempo. Para Stacey, el fin principal de la inteligencia tecnológica consiste en generar ideas orientadas a la acción que aprovechen oportunidades para defender, expandir o mejorar el negocio de la empresa (citado en Escorsa *et al.*). De otro lado, Lichtenthaler (2004) afirma que la meta de la inteligencia tecnológica es explorar las oportunidades potenciales y defenderse de las amenazas, a través de una pronta entrega de la información pertinente sobre las tendencias tecnológicas del medio ambiente en que se mueve la compañía.

En el contexto nacional, la conceptualización propuesta por Castellanos *et al.*, (2005a) presenta la inteligencia tecnológica como el *proceso de búsqueda, manejo y análisis de información, que al transformarla en conocimiento permite la adecuada gestión de los recursos para el diseño, producción, mejoramiento y comercialización de tecnologías de productos, operación, procesos y equipos, a través de la generación de planes y estrategias tecnológicas para la toma de decisiones en el momento apropiado*.

En la práctica, la inteligencia tecnológica es aplicada en una forma sistemática, donde se involucran diferentes elementos, y en este sentido es descrita como un sistema⁶. Pavón e Hidalgo (1999) plantean un sistema de inteligencia tecnológica como la disposición más o menos formalizada dentro de la empresa, que posibilita el análisis y la transformación de toda la información tecnológica captada en el entorno de esta, que tiene una implicación sobre su actividad y su estrategia.

Una de las propuestas más conocidas sobre la implementación del proceso de inteligencia tecnológica se centra en proponer un ciclo sistemático de etapas, que no se da paso a paso, sino que implica un desarrollo paralelo de las diversas actividades, desdibujándose así las barreras entre ellas, donde las necesidades de información pueden surgir en cual-

⁶ Sistema entendido como un conjunto de componentes relacionados entre sí que cooperan para lograr un objetivo común.

quier parte de la compañía y el conocimiento producido es aplicado a cualquier nivel de la misma (Savioz, 2004). El proceso es proactivo, orientado a la acción por medio de la toma de decisiones que sean de alto impacto para la organización empresarial, y cuyos resultados estén encaminados a mejorar el posicionamiento competitivo. La cantidad de etapas que componen el proceso varía según el autor, pero en general son consideradas como iterativas y paralelas.

Actividades indirectas	Administración IT					Toma de decisiones
	Misión/Meta IT					
	Estructura IT					
	Herramientas IT (métodos e infraestructura)					
Actividades directas	Procesos de IT					
	Formulación de las Necesidades de información	Colección de información	Análisis de la información	Difusión de la información	Aplicación de la información	

Figura 1. Composición de un sistema de inteligencia iTecnológica.

Fuente: Adaptado de Savioz (2004)

A partir de la revisión de las experiencias en formulación e implementación con sistemas de inteligencia tecnológica de diferentes autores como Jakobiak (1995), Martinet y Martí (1995) (citados en Escorsa y Maspons, 2000), Rodríguez (2003), Savioz (2004), Castellanos *et al.*, (2005a), se observó la presencia de algunos atributos comunes en ellos, los cuales facilitan su integración en la estructura organizacional y que su proceso sea continuo en el tiempo de forma que se puedan aprovechar las ventajas que brindan para la planeación y el desarrollo de los aparatos productivo. Los atributos fundamentales pueden ser tipificados de la siguiente forma:

Dinamicidad: hace referencia a la introducción para el procedimiento de información, tanto interna como externa, a lo largo de un período de tiempo; de igual forma, este atributo está relacionado con la influencia que tiene la integración del conocimiento generado para la toma de decisiones y la posterior formulación de estrategias.

Flexibilidad: posibilidad de integrar diversas herramientas para el análisis de datos, así como la facilidad con la cual las diferentes actividades que confiere el sistema pueden ser adaptadas a los procesos internos de las organizaciones.

Sistemicidad: el sistema no admite reducción a sus partes para su funcionamiento, subrayando así la interrelación necesaria de los componentes entre sí, para lograr el objetivo de la implementación de la inteligencia tecnológica: generar ventaja competitiva.

Los estudios realizados por Savioz (2004) y Lichtenthaler (2003), dos de los autores líderes en el mundo en esta temá-

tica, y la revisión de los casos de implementación de un sistema de inteligencia tecnológica realizados por los autores del presente artículo (García, 2007; Castellanos 2008), permiten destacar problemáticas en la implementación de sistemas de inteligencia tecnológica en las organizaciones tanto medianas como grandes.

Dentro de las dificultades observadas se encuentra la restricción de recursos (monetarios, físicos y humanos), la falta de coordinación y planeación de las actividades de inteligencia; desligar la misión y meta del sistema de IT de los objetivos y estrategia de la empresa; carencia de interacción del sistema con otros procesos del negocio; baja dinámica de aprendizaje, relacionada con la poca participación de las personas (las actividades de inteligencia son realizadas en gran parte por los expertos); delegación de las tareas del proceso de inteligencia a posiciones individuales dentro de la organización dificultando el flujo de información; desarrollo de las actividades paso a paso; problemas en la comunicación de los resultados, que se vincula con la falta de retroalimentación del impacto que se genera con la ejecución de las estrategias elaboradas a partir del proceso; y la no continuidad de las actividades de inteligencia tecnológica en las empresas.

El análisis de estas problemáticas permite también concluir que en la aplicación de los sistemas de inteligencia tecnológica existen algunos retos concretos, que pueden ser afrontados por las organizaciones para que estos permanezcan en su día a día y apoyen su direccionamiento estratégico. Dentro de ellos se pueden destacar:

- Reducción de la intervención de los expertos externos en el proceso y una mayor apropiación de este por parte de las personas de las organizaciones.
- Desarrollo de competencias endógenas de las personas para una adecuada apropiación de las actividades del sistema de inteligencia tecnológica.
- Autogestión de las actividades del sistema de inteligencia tecnológica en el tiempo por parte de las organizaciones.
- Utilización del aprendizaje y conocimiento de cada ciclo del proceso para el mejoramiento continuo del mismo sistema.
- Disponibilidad de infraestructura y del tiempo que requiere el sistema de inteligencia para su ejecución.

Adicionalmente a las dificultades observadas en la implementación de un sistema de inteligencia tecnológica, que conlleva a retos de tipo interno, se encuentra otros externos, impuestos por los cambios que surgen en el entorno en el que se encuentran inmersas las organizaciones. Estos están asociados a la necesidad de obtener información oportuna y de calidad sobre los sucesos tecnológicos que afectarían a la firma, así como a la capacidad para integrar de forma permanente la información que se genera constantemente. Se requiere entonces de un enfoque que permita dinamizar los sistemas de inteligencia tecnológica, hacerlo coherente con las estructuras organizacionales y garantizar su funcionamiento continuo en el tiempo para la generación de valor en la

toma de decisiones. Así, se plantea la revisión de la teoría de la complejidad, como mecanismo que provee un marco analítico y conceptual adecuado para el estudio de los sistemas, donde las interacciones constituyen el aspecto fundamental para su comprensión.

La complejidad

Según Maldonado (2005), el origen de la complejidad⁷ se ha relacionado con el nacimiento de la termodinámica clásica, marcado por tres circunstancias o referentes: el desarrollo y la consolidación de la Revolución Industrial, el origen del concepto científico de “energía” y los avatares culturales que recorren y marcan al siglo XIX. Estos referentes tienen la característica de que en ellos confluyen motivos científicos, filosóficos, culturales y también personales.

El pensamiento complejo tiene su esencia en la tradición de abordar el mundo y el ser humano desde un punto de vista hermenéutico. Pero su avance es reciente y tiene que ver con el empuje dado por los descubrimientos científicos en la física y la biología (procesos de incertidumbre, irreversibilidad, caos en los sistemas, impredecibilidad de fenómenos, azar, etc.), el desarrollo de la teoría de sistemas en ciencias sociales e ingeniería informática, y la consolidación de metodologías de investigación diferentes al método científico tradicional (Tobón y Agudelo, 2000).

La ciencia clásica que aparece con la modernidad, desarrolló el paradigma de la simplicidad, basado en la reducción del conocimiento de las realidades a entender. Así, los fenómenos a analizar se separaban en todos los componentes posibles, con el convencimiento de que el estudio de cada uno por separado era la única vía posible para la comprensión del todo, que no era más que la suma de las partes (Cómez, 2005). Sin embargo, desde mediados del siglo XIX se han encontrado y descrito fenómenos⁸ que escapan a este paradigma. Los desarrollos en ciencia y tecnología han permitido descubrir que los procesos de reducción del conocimiento de un todo a las partes que lo componen tienen sus límites en la realidad misma (Rodríguez, 2004). Cornejo (2004) expresa que todo es complejidad, que toda la vida está rodeada del concepto de complejidad, y la define⁹ como la diversidad de elementos que componen una situación; un todo que se compone de partes que interactúan, las cuales a

su vez se encuentran en contacto con su medio ambiente. La raíz griega de la palabra sugiere el concepto de “entrelazarse”, como en una prenda tejida.

El pensamiento complejo se impone progresivamente ante los límites, las insuficiencias y las carencias del pensamiento simplificante (Morin, 1999). Según este autor, es un tejido de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Así mismo, expresa que a primera vista la complejidad es un fenómeno cuantitativo, una cantidad extrema de interacciones entre un número muy grande de unidades, relacionadas siempre con el azar. El Grupo Santa Fe hace referencia a la complejidad con la condición del universo, integrado, excesivamente rico y variado, para que pueda entenderse mediante los habituales métodos simples mecánicos. De igual forma, considera que la complejidad trata de la naturaleza de la emergencia, la innovación, el aprendizaje y la adaptación (Grupo Santa Fe, 1996; citado por Battram, 2001).

Gell Mann (1995), define el concepto de complejidad efectiva¹⁰ relativa a un sistema complejo adaptativo observador, como la longitud del esquema utilizado para describir las regularidades de dicho sistema. Esta definición está relacionada con el concepto de complejidad utilizado en la física, el entendimiento, que se basa en la exactitud obtenida de la descripción de los modelos usando una información condensada acerca de ellos. Así, cuando se define complejidad se deben considerar aspectos como el entendimiento, que implica la presencia de un sujeto que tiene la tarea de definir el objeto; el objeto, o una representación aceptable de él, y las interacciones entre los subsistemas (Rodríguez, 2004).

Retomando a Morin (1999), se plantean tres principios que facilitan el pensar complejo, los cuales son complementarios e interdependientes:

- Dialógico: hace referencia a la interacción y relación entre los polos, de manera tal que facilita la comprensión de lo dual en medio de la unidad y viceversa. Representa una asociación de aspectos en tres órdenes de relación, los de complementariedad, antagonismo y confluencia, presentes al mismo tiempo en una sincronía conjunta (Garcíandía, 2005, pp. 157).
- Recursividad: la idea recursiva, que rompe con la idea lineal causa/efecto, de producto/productor, de estructura/superestructura, ya que todo lo que es producido reentra sobre aquello que lo ha producido en un ciclo en sí mismo autoorganizador u autoproducido. Esto es, un proceso recursivo es aquel en el cual los productos y sus efectos son al mismo tiempo causas y productores de aquello que los produce.
- Hologramático: no solamente la parte está en el todo, sino que el todo está en la parte. Una parte de la imagen del holograma contiene toda la información del objeto representado.

⁷ Prigogine y Stengers no dudan en situar de manera puntual el comienzo de la ciencia de la complejidad en 1811 (Maldonado, 2005).

⁸ Dentro de estos fenómenos se destaca el átomo: se descubre que no es un elemento unitario, irreductible e indivisible, sino un sistema constituido por partículas en interacciones mutuas. Fenómenos como este dejan ver las carencias en la comprensión de los sistemas y se impone la necesidad de considerar no cada una de las partes sino más bien la relación entre ellas, es decir, el todo es inseparable en componentes para su análisis y más importante que el estudio de las partes es el de sus relaciones entre sí.

⁹ El concepto de complejidad es abordado por diferentes autores pertenecientes a escuelas de pensamiento variadas (como la francesa, la americana, etc.), dado el enfoque desde el cual se estudia. Algunas definiciones son presentadas en este texto.

¹⁰ Relacionada con la descripción de las regularidades de un sistema por parte de otro sistema complejo adaptativo que lo esté observando.

Tabla 2. Algunas teorías fundamentos de la complejidad

Teoría	Origen y características	Aportes
<p><i>Teoría de sistemas.</i> Forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad compleja; al mismo tiempo, orientación práctica estimulante para formas de trabajo transdisciplinarias.</p>	<p>- Trabajos de biólogo Von Bertalanfy, presentados después de la Primera Guerra Mundial.</p> <p>- Teoría interdisciplinaria capaz de trascender los problemas exclusivos de cada ciencia; proporciona principios y modelos generales, de modo que los descubrimientos efectuados en cada ciencia puedan ser utilizados por las demás.</p> <p>Perspectiva holística e integradora para el estudio de los fenómenos en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen (Arnold y Osorio, 1998).</p>	<p>Permitió considerar a las distintas ramas del conocimiento que sus objetos de estudio eran los sistemas (Velásquez, 2002).</p> <p>Nacimiento de una nueva manera de pensar, el “pensamiento sistémico”, dado en términos de conectividad, relaciones y contexto, que llevó al cambio de la creencia, que el comportamiento en un sistema podía entenderse completamente desde las propiedades de sus partes.¹¹ las propiedades esenciales de un organismo o sistema viviente son propiedades del todo que ninguna de las partes posee, emergen de las interacciones y relaciones entre las partes (Capra, 1996).</p>
<p><i>Cibernética.</i> Ciencia que estudia las comunicaciones y el control en los animales y máquinas.¹²</p>	<p>- Investigaciones sobre técnicas bélicas durante la Segunda Guerra Mundial, específicamente en el diseño de mecanismos para que un proyectil de autopropulsión diera en un blanco móvil (Patiño, 2002).</p> <p>- Se nutrió de diversas disciplinas con la participación de matemáticos, neurocientíficos e ingenieros¹³, y representa un enfoque unificado de los problemas de comunicación y control, los cuales resultan pertinentes para comprender cómo opera la causalidad, tanto en organizaciones vivas como no vivas.</p>	<p>El concepto de retroalimentación: retorno de la información a su punto de origen a través del desarrollo de un proceso o actividad (Capra, 1996). Procesos mediante los cuales un sistema abierto recoge información sobre los efectos de sus decisiones internas en el medio, información que actúa sobre las acciones sucesivas. Se definen dos tipos de retroalimentación: la positiva, que amplifica los efectos, y la negativa, que controla las actividades (Arnold y Osorio, 1998).</p>
<p><i>Teoría de la información.</i> Representación matemática de los elementos, las condiciones y los parámetros que comprenden la transmisión y el procesamiento de la información en los sistemas.</p>	<p>- Experimentos realizados en la Bell Telephone para definir y medir la cantidad de información transmitida a través de las líneas telegráficas y telefónicas, en orden a determinar sus niveles de eficiencia y establecer las bases de tarificación (Abramson, 1986).</p> <p>- Define leyes matemáticas que gobiernan los sistemas designados para comunicar o manipular información.</p>	<p>Establece mediciones cuantitativas de la información y de la capacidad de los diversos sistemas para transmitir, almacenar y procesar información (Maldonado, 2002). La información se considera como aquello que permite reducir la desorganización en un sistema: si existe la información adecuada en cantidad y calidad en un sistema, este funcionará organizadamente.</p>
<p><i>La Autoorganización.</i> Capacidad que poseen los sistemas para articular nuevos comportamientos en el marco de su identidad y autonomía (Etkin y Schvarstein, 1995): capacidad que el sistema tiene de producir sus propios componentes, a partir de sus relaciones, condición que le permite la autoproducción de sí mismo y la adaptación a las condiciones en que se encuentra.</p>	<p>- Emerge de la teoría de los autómatas autorreproductores y, por otra parte, a partir de una tentativa de teoría metacibernética (Morin, 1999).</p> <p>- Un sistema autoorganizado tiene sentido si está en contacto estrecho con un ambiente que posea orden y energía disponible, y con el cual existe interacción permanente (Foerster, 1991).</p> <p>- Autoorganización implica <i>autonomía</i>, dada por todo aquello que el sistema internaliza o almacena en su estructura, representado en energía/materia acumulada para desarrollarse y existir independiente. También involucra <i>emergencia</i> espontánea de nuevas estructuras y comportamientos que surgen en sistemas alejados del equilibrio (Morales, 2003).</p>	<p>El concepto de autoorganización permite la comprensión del proceso de desarrollo de un sistema como una sucesión ecológica en que una etapa prepara para la siguiente, un estadio inicia el próximo, lo que confiere un carácter recursivo en los sistemas (Morales, 2003).</p>
<p><i>Teoría del Caos</i>¹⁴ Disciplina científica dedicada a la comprensión de la complejidad del mundo, sus procesos creadores e innovadores. Sus principios describen el comportamiento dinámico de sistemas y no de relaciones causales: orientada a detallar el comportamiento de la dinámica no lineal (Cornejo, 2004).</p>	<p>- Intentos por hacer modelos meteorológicos computarizados en la década de los ochenta: experimentación hecha por Edwar Lorenz sobre la teoría de la predicción meteorológica.</p> <p>- Estudia fenómenos regidos por leyes matemáticas perfectamente definidas, que presentan ciertas características especiales: son fenómenos deterministas y ordenados, pero difíciles de predecir, es decir, pequeñas alteraciones en los parámetros de las funciones que rigen el fenómeno pueden producir grandes alteraciones en los valores tomados por las funciones (Peña, 2006).</p>	<p>Intento por comprender los movimientos que se generan en la naturaleza y los modelos complejos de todo tipo, desde los deltas de los ríos hasta el sistema nervioso o los vasos sanguíneos del cuerpo. La idea del caos favoreció nuevos modos de pensar y de vivir la realidad, se centra en los modelos ocultos, en los matices, en la sensibilidad de las cosas y en las reglas sobre cómo lo impredecible conduce a lo nuevo (Briggs y Peat, 1999).</p> <p>Representación de sistemas dinámicos no lineales mediante atractores¹⁵ o curvas fractales (Falconer, 1994, citado en Monroy, 1998).</p>

¹¹ La cual conformaba el paradigma cartesiano, representado en el método analítico de Descartes.

¹² Para Bertalanfy (1994), la cibernética es una teoría de los sistemas de control basados en la comunicación (transferencia de información) entre sistema y medio circundante, y dentro del sistema, y en el control (retroalimentación) del funcionamiento del sistema en consideración al medio.

¹³ Entre ellos Norbert Wiener, John von Neumann, Claude Shannon, Arturo Rosenblueth y Warren McCulloch.

¹⁴ Caos: conjunto de procesos que parecen comportarse de acuerdo con el azar aunque, de hecho, su desarrollo está determinado por leyes bien precisas. Igualmente, se describe como la conducta efectivamente impredecible a largo plazo de un sistema dinámico determinista (Monroy, 1998).

¹⁵ Un atractor es un punto ubicado dentro de un espacio que atrae hacia él el sistema, llevándolo hacia determinados estados. Un fractal es un objeto con autosimilitud en todas sus partes componentes.

Como parte del desarrollo de la teoría de la complejidad se encuentra el estudio de los sistemas complejos, donde se encuentran los sistemas complejos adaptativos - SCA, como aquellos que poseen una capacidad interna para cambiar y crear nuevas estructuras de una forma espontánea, compuestos por elementos heterogéneos que interactúan entre sí. De forma simple, un SCA se puede definir como un sistema que se puede adaptar (Battram, 2001). Estos sistemas se relacionan con los procesos del origen de la vida, la evolución biológica, la dinámica de los ecosistemas, el sistema inmunitario de los mamíferos, el aprendizaje y los procesos mentales en los animales, la evolución de las sociedades humanas, el comportamiento de los inversores de los mercados financieros, el empleo de programas o equipos informáticos diseñados para desarrollar estrategias o hacer predicciones basadas en observaciones previas, entre otros (Gell-Mann, 1995).

El comportamiento de un SCA (Bleda, 2001) se determina por el proceder de los elementos individuales que lo componen, cuyas interacciones no lineales entre ellos y el entorno determinan de forma coherente el comportamiento del sistema como un todo. Las interacciones mutuas entre elementos no son controladas centralmente, su actuación es local y acorde a sus propios principios, reglas o intenciones. Entender cualquier SCA implica concentrarse en la información que llega al sistema en forma de datos e igualmente involucra un examen de la forma en que el sistema percibe regularidades que extrae de dichos datos y las condensa en un esquema sujeto a variaciones para generar un resultado aplicable al mundo real: la descripción de un sistema observado, la predicción de algún suceso o la prescripción del comportamiento del propio SCA (Gell-Mann, 1995) (ver Figura 2). En general, los esquemas representan las reglas que guían el comportamiento de los diferentes elementos del sistema cuando se enfrentan al ambiente, permitiéndoles interpretar el mundo externo y también definir las acciones a ser tomadas.

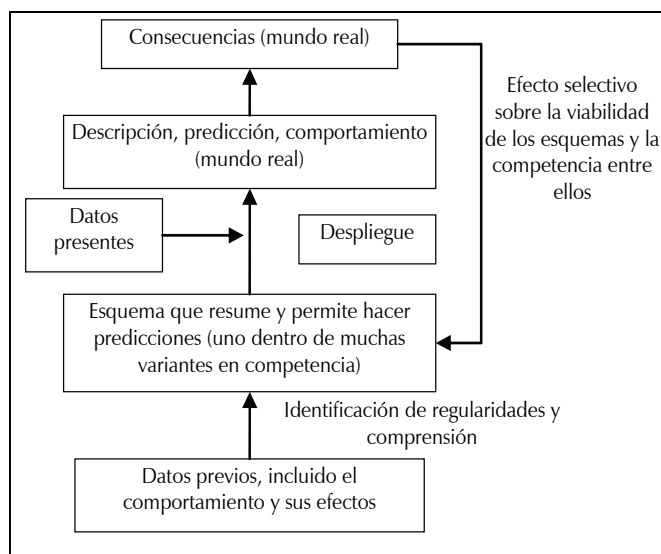


Figura 2. Funcionamiento de un sistema complejo adaptativo. Fuente: Gell-Mann (1995)

Recientemente, analizando las necesidades de dinamización de los atributos fundamentales de los sistemas de inteligencia tecnológica, Castellanos y colaboradores (2008) evidenciaron los principales conceptos que desde la complejidad podrían servir para tal fin: la *autoorganización* (Kelly, 2000), la *recursividad* (Garcandía, 2005; Morin, 1999; Etkin y Schvarstein, 1995), la *retroalimentación* (Sterman, 2001), el principio *hologramático*, los *atractores*¹⁶ (Cornejo, 2004), y el desarrollo de la teoría de los *sistemas complejos adaptativos*. Cada caso fue sustentado desde los aportes de la literatura y se replanteó, complementando la interpretación de flexibilidad, la sistemicidad y la dinamicidad de los SIT. Por lo anterior, y con base al aprendizaje del mencionado análisis, en el presente trabajo se hará énfasis en los procesos de implementación y el aporte que en estos hace la complejidad.

Consideraciones para la implementación y funcionamiento de un SIT

El resultado tangible de la operación del sistema son las estrategias, estas permiten estructurar los planes que se llevarán a cabo para alcanzar ventajas competitivas, convirtiéndose en atractores alrededor de los cuales se organiza la empresa, y por tanto se hace importante reflexionar sobre ellas. La implementación del sistema de inteligencia tecnológica en una organización productiva requiere tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Referentes a la metodología

La implementación de un sistema de inteligencia tecnológica tiene por objetivo contar con herramientas para la búsqueda, procesamiento, conservación y divulgación de la información (ver en modelos de la inteligencia tecnológica el primer componente – Castellanos, 2005a), que ayude al avance de las organizaciones a través de la generación de ventajas competitivas. Por tanto, la metodología con la cual se lleve a cabo la aplicación de un SIT, entendida como la articulación de herramientas como el balance tecnológico, el *benchmarking*, la vigilancia, el pronóstico, la prospectiva, etc., es de gran relevancia para la apropiación del proceso de inteligencia tecnológica por parte de las personas y el establecimiento del sistema en la estructura organizacional. En este caso la adaptabilidad del sistema mediante su aprendizaje permanente potencializará particularmente su flexibilidad.

Es importante también resaltar la necesidad de seleccionar un equipo idóneo para coordinar el sistema de inteligencia tecnológica, el cual responderá por su evolución y autogestión en el tiempo de la adaptabilidad de la metodología, y en él debe estar representada toda la organización, de forma que se dé una visión sistémica y holística del contexto del aparato productivo a analizar. Con este objetivo es pertinente

¹⁶ El concepto de atractor como se cita en la teoría del caos, es el de patrones de orden que se encuentran detrás del desorden. En el ambiente organizacional, aquellos atractores que existen permiten la evolución dinámica de las diferentes variables que la integran, aun sin control y supervisión.

te, en primer lugar, identificar las situaciones en que se perciben problemáticas y que requieren de acciones para su solución. Esto implica un análisis objetivo y reflexivo al interior de la organización, así como del entorno, de forma que se detecten los problemas que están afectando la posición competitiva en el mercado (Andrade et al., 2001), para posteriormente jerarquizarlas con el fin de intervenirlas acorde a su relevancia (Ochoa, 2005). Seguidamente, es importante realizar un análisis del sistema de inteligencia tecnológica como un conjunto abierto de herramientas posibles.

Referente a las herramientas

La aplicación de herramientas es una de las primeras actividades de los sistemas de IT, por medio de la cual se estimula la generación de conocimiento en el proceso. Las herramientas, por lo tanto, deben compartir los atributos del sistema (dinamicidad, flexibilidad y sistemicidad) para que se favorezca su operación en el tiempo, permitiendo la adquisición permanente de información por parte de la organización, lo que la llevaría a actuar como sistema complejo adaptativo. Desde esta perspectiva y considerando como una característica principal de los sistemas de IT la generación continua de conocimiento, las herramientas utilizadas deben orientarse al concepto de inteligencia¹⁷, de forma que contengan características que faciliten la dinámica que requieren los sistemas de IT para operar como un elemento integral de las organizaciones.

Esta orientación hacia herramientas inteligentes contempla incorporar métodos de sistemas inteligentes (inteligencia artificial, sistemas expertos, redes neuronales, minería de datos, entre otros), que en la actualidad empiezan a permear el trabajo de planeación en las empresas. Estos métodos permiten el tratamiento de un gran volumen de información cuyo procesamiento influirá en el comportamiento dinámico del sistema de IT, a partir del cual se potencializa su actuación como sistema complejo adaptativo.

Referentes a la estructura

El ambiente y la estructura de una organización influyen en el proceso de generación de conocimiento, específicamente si existe una cultura y unas facilidades para la participación de las personas y los procesos de aprendizaje. De esta forma, un primer aspecto para que exista generación y apropiación de conocimiento desde el sistema de inteligencia tecnológica se refiere a la presencia de una estructura organizacional orientada a la gestión del conocimiento, donde cada participante tenga la posibilidad de intervenir y aprender del proceso.

De otro lado, como lo expresa Orozco (1999), *una de las principales características de los sistemas de gestión de información es que deben adaptarse a la estructura y esquemas organizativos de la institución a la cual sirven. Los sistemas de inteligencia no escapan a esa exigencia sino por el contrario,*

en esos casos ella se hace más fuerte, debido a las expectativas que se tiene sobre estos. Ello sugiere que la estructura del sistema de inteligencia tecnológica estará altamente influenciada por la estructura de la empresa en la cual se implementa. Así, al generar cambios en la estructura de la organización se presentarán implicaciones para la del sistema, a las que será posible responder gracias a la flexibilidad característica del sistema y al aspecto autoorganizativo fundamentado en el conocimiento de las personas.

Los sistemas complejos adaptativos se organizan de forma jerárquica y su actuación es coordinada mas no centralizada. En este sentido, al pensar el sistema de inteligencia tecnológica como uno de ellos, es posible adoptar dichas características. Por lo tanto, se considera que la conformación de unidades con labores específicas gestionadas de forma descentralizada pero coordinada permitirá una estructura más flexible y el desarrollo paralelo y continuo del proceso, como se resume en la Tabla 3.

El funcionamiento del sistema se da a partir de las interacciones entre sus diferentes elementos constitutivos, aspecto que implica la relación permanente de las unidades para el desarrollo de las actividades y la producción de conocimiento. Por lo tanto, el sistema debe ser formalizado dentro de la estructura organizacional, lo cual permitirá que las actividades de inteligencia tecnológica tengan una aceptación en toda la empresa y que se disponga de tiempo para su realización.

Tabla 3. Organización jerárquica sugerida del sistema de inteligencia tecnológica

Unidad	Finalidad	Algunas tareas
Investigación	Búsqueda permanente de información tanto interna como externa de interés para el desarrollo de la organización	Permanente contacto con centros de investigación de universidades, de proveedores, de clientes, del sector industrial al que pertenece la empresa y de otros donde existan elementos que puedan ser aprendidos, tanto a nivel nacional como internacional.
Proyectos	Implementación de estrategias	Ejecución de planes de acción
Gestión	Administración de actividades y recursos	Seguimiento y evaluación del sistema de IT
Tecnología	Apoya la transferencia o desarrollo de la tecnología	Desarrollo de nuevas metodologías

Referentes al proceso

El proceso de implementación de un sistema de inteligencia tecnológica busca ante todo fortalecer una capacidad individual y colectiva para la toma de decisiones estratégicas. Está influenciado por las características de la organización y sus dinámicas, implicando la autoorganización en el sistema. En

¹⁷ Inteligencia, entendida como la capacidad de transformar de forma continua información en conocimiento que apoye la toma de decisiones.

este sentido, el proceso de inteligencia debe ser recursivo, es decir, sus salidas se deben convertir en insumo para iniciar un nuevo ciclo de implementación de la inteligencia. Así, en su definición corresponde hacer explícitos los mecanismos para medir los resultados posibles¹⁸, los cuales una vez analizados serán el punto de partida para operar nuevamente el sistema y garantizar de esta forma su permanencia en la organización. Adicionalmente, obtener resultados en forma consistente implica reproducir el proceso, es decir, se debe lograr que las personas involucradas realicen las actividades de forma continua.

La retroalimentación y la recursividad del sistema se deben lograr a partir de la calidad y robustez del proceso. Por tanto, debe haber claridad en el flujo de la información y el tratamiento del conocimiento. La circulación rápida de la información por parte de los actores pertinentes facilita la capacidad de su procesamiento y colabora con la autoorganización. Consideración que deriva la necesidad de especificar los canales de comunicación y la forma como se debe manejar la documentación generada. El primer aspecto, implica mantener una alta interacción entre las unidades propuestas facilitando la comunicación directa y abierta entre los participantes (implica un sistema participativo). En cuanto al manejo del conocimiento explícito (ejemplo - documentos) se debe pretender disponibilidad de la información cuando se necesite y que su acceso sea fácil para quien requiera el conocimiento allí consignado. Otro aspecto importante es la documentación del proceso mismo y sus actividades, es decir, de la metodología como medio para mantener la continuidad del sistema y un aprendizaje más efectivo para nuevos participantes. Cuando los procesos se implementan con la aplicación de herramientas de las tecnologías de la información y las comunicaciones – TIC (como el uso de sistemas de información específicos pero formalizados, intranet), permitiendo registrar información, procesarla, documentarla y generar resultados, seguramente se lograrán de manera más efectiva la retroalimentación y la recursividad del sistema.

Referentes al recurso humano

Del recurso humano depende en gran medida el éxito del sistema de inteligencia tecnológica en una organización, y como se ha analizado, está involucrado en cada una de las consideraciones mencionadas anteriormente. La adecuada interacción entre las personas permite la generación de conocimiento y la utilización de éste para el desarrollo de las organizaciones, así, aspectos como la participación, la comunicación, la creatividad y las competencias en las personas deben ser considerados como prioritarios y existentes en los sistemas de IT.

Un proceso de inteligencia participativo proporciona dinámica al sistema y genera sinergias para su desarrollo. Hacer partícipe a las personas hará que la presencia de un sistema de

inteligencia tecnológica tenga sentido para ellas y por tanto trabajen en su funcionamiento continuo. Al considerar la organización como un entramado dinámico y complejo de relaciones entre subsistemas, se contempla una mayor flexibilidad en las relaciones que se dan entre los individuos, y además, niveles más altos de responsabilidad. Esto permite una participación más activa en los diferentes procesos con un menor control de las directivas, lo que facilita la cooperación. La gestión coordinada y no centralizada del sistema proporcionaría guías para su actuación, y de gozarán entonces de cierta libertad en su proceder, lo que facilitará el desarrollo de su creatividad. Dicha creatividad puede ser utilizada en la transformación de información en conocimiento, para proponer nuevas metodologías, así como en la elaboración de herramientas tecnológicas tanto para el sistema como para la organización. Además, la creatividad es un factor que aporta a la adaptabilidad del sistema de inteligencia tecnológica.

Las competencias involucran las habilidades y conocimientos de las personas. Las habilidades básicamente se deben enfocar en el manejo de *software* y la detección de información que podría ser clave para la organización. Los conocimientos hacen referencia a elementos de gestión, al conocimiento de la organización y del entorno en el cual esta se encuentra inmersa¹⁹. También se requiere de conocimiento específico sobre el sistema de inteligencia tecnológica y las cadena de valor sobre la cual se esta definiendo estrategia.

Referentes a la estrategia

La definición de las estrategias se realiza a partir del conocimiento que se adquiere con el proceso de inteligencia tecnológica. Las estrategias deben conducir a la acción con programas donde exista espacio para lo inesperado. En este sentido, a la estrategia le corresponde formular diferentes escenarios para la acción, es decir, se pueden identificar distintos elementos claves en los que la organización operará para su desarrollo.

La flexibilidad en las estrategias es posible a través de la retroalimentación de la información sobre los resultados. En este orden de ideas, son claves las actividades de seguimiento y evaluación para la obtención de información que una vez estudiada genere el conocimiento necesario para tomar decisiones y así poder responder a las situaciones de cambio. Las estrategias, en términos generales, guían el comportamiento de la organización y de las personas, son atractores que orientan su funcionamiento. Los atractores son dinámicos, esto implica que las estrategias pueden cambiar. De otro lado, para que las estas atrapen la conducta de todos los implicados en un proceso productivo y empresarial, es necesario que se conozcan y comprendan, esto implica, una vez

¹⁸ Se refiere a resultados posibles, ya que se está frente a un sistema complejo adaptativo donde no se pueden predecir con certeza las consecuencias de las acciones.

¹⁹ Aunque el entorno es cambiante, será imposible tener todo el conocimiento, pero lo que se insinúa es que las personas tengan conocimiento de características relevantes que influyen en el desempeño de la organización.

más y como reiteradamente se ha hecho énfasis, procesos de divulgación y ambientes participativos.

Finalmente, para crear valor con las estrategias que surgen del proceso de inteligencia tecnológica, se hace necesario el conocimiento detallado del negocio en el cual la organización se encuentra, así como una cultura para prever las consecuencias del entorno en ella. Igualmente, es importante que las estrategias que se formulan no se queden estáticas en el papel, sino que se implementen, convirtiéndose en acción, lo cual no siempre sucede de manera previsible y coherente, dado que la experimentación de un cierto desorden y desequilibrio es una condición necesaria para desarrollar transformaciones organizacionales. Además, para que sean exitosas, se necesita una arquitectura organizacional flexible que garantice la realización de los cambios y que facilite la participación de las personas, lo cual favorece la emergencia de nuevas ideas para el mejoramiento continuo.

Conclusión

Las realidades que afrontan los sistemas productivos los desbordan y por lo tanto se requieren esquemas no reduccionistas que permitan afrontar de una mejor forma el ambiente turbulento en el cual se encuentran inmersos. En este contexto, la complejidad abre caminos para la resolución de dificultades en las organizaciones, basados en las metáforas como instrumentos útiles para entender las distintas problemáticas.

Desde la complejidad, las relaciones entre los elementos implicados en una situación cobran importancia ya que aportan mayor información para entender los órdenes ocultos que existen y determinan las emergencias de nuevas propiedades para la planeación y desarrollo de las firmas, lo que conlleva a expresar el carácter significativo de la teoría de la complejidad en el estudio de cada uno de los subsistemas presentes en una organización productiva y las relaciones que se dan entre estos para su funcionamiento. Ello implica poder comprender la actividad cotidiana de cada subsistema, integrándolo en el sistema total de la empresa.

Así, la adopción de la teoría de la complejidad en el estudio del sistema de inteligencia tecnológica permitió una visión de la integración de este para la planeación de la organización, dado que su significado sólo se adquiere en la medida en que se constituya como una parte del todo. Desde esta perspectiva, se posibilita el entendimiento del sistema de inteligencia tecnológica como un componente importante para la gestión permanente del conocimiento, entendiéndolo como factor fundamental para el desarrollo tecnológico, industrial y empresarial, que colabora en los momentos de caos con la emergencia de nuevas estructuras y relaciones para generar estrategias.

Finalmente, la complejidad es una forma de comprender cómo y cuáles son los fenómenos que se dan en la organización y sus subsistemas, conformando un marco integrador de los diferentes elementos involucrados que se relacionan de

forma dinámica para la construcción de conocimiento y su utilización en el direccionamiento y la planeación de la tecnología y los procesos productivos. De otro lado, la retroalimentación y la autoorganización permiten entender que la dinámica del sistema de inteligencia se da a partir de un proceso permanente de cambio y adaptación a través del aprendizaje.

Bibliografía

- Abramson, N., *Teoría de la Información y Codificación.*, Editorial Paraninfo S.A., Madrid, 1986.
- Andrade, H., Dyner, I., Espinosa, A., López, H., Sotaquirá, R., *Pensamiento Sistémico: Diversidad en Búsqueda de Unidad.*, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2001.
- Arnold, M., Osorio, F., *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas.*, Cinta de Moebio, Vol. 3, 1998.
- Batram, A., *Navegar por la Complejidad.*, Granica, Barcelona, 2001.
- Bleda, M., *Evolutionary Economics and Complex Systems Theory.*, University of Manchester, England, 2001.
- Briggs, J., Peat, D., *Las siete leyes del Caos.* Grijalbo., Barcelona, 1999.
- Caldart, A., Ricart, J., *Corporate Strategy Revisited: A View from Complexity Theory.*, IESE Business School, 2003.
- Capra, F., *La Trama de la Vida.* Editorial Anagrama S.A., New York., 1996.
- Castellanos, O., Torres, L. M., Rosero, I., *Modelo Estructurado de Inteligencia Tecnológica para la Generación de Conocimiento y el Direccionamiento Estratégico del Sector Productivo.*, IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas (ACACIA), México, 2005a.
- Castellanos, O., Rosero, I., Torres, L. M., Jiménez, C., *Aplicación de un Modelo de Inteligencia para Definición de Estrategia Tecnológica en Diferentes Niveles de Complejidad Institucional.*, XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC, Brasil, 2005b.
- Castellanos, O., *Retos y nuevos enfoques para la gestión de la tecnología y del conocimiento.*, Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia., 2008.
- Chanaron, J., y Jolly, D., *Technological management: expanding the perspective of management of technology.*, Revista Management Decision No. 37/8, 1999, pp. 613-620.
- Coates, V., Farooque, M., Klavans, R., Lapid, K., Linstone, H., Cornejo, A., *Complejidad y Caos.*, ITEMS Campus de Monterrey, México, 2004.
- Drejer, A., *The discipline of management of technology, based on considerations related to technology.*, Technovation, 17, 1997, pp. 253-265.
- Escorsa, P., Maspons, R., *De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva.*, Prentice Hall, España, 2000.
- Escorsa, P., Maspons, R., Ortiz, I., *La Integración entre la Gestión del Conocimiento y la Inteligencia Competitiva: la*

- Aportación de los Mapas Tecnológicos., *Revista Espacios*, Vol. 21, 2000.
- Etkin, J., Schvarstein, L., *Identidad de la Organizaciones.*, Ediciones Paidós, México, 1995.
- Foerster, H., *Las Semillas de la Cibernética.*, Editorial Gedisa, Primera Edición, Barcelona, 1991.
- García, M. E. *La Inteligencia Tecnológica desde la Perspectiva de la Complejidad.*, Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Bogotá, 2007.
- Garciandía, J., *Pensar Sistémico: Una Introducción al Pensamiento Sistémico.*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2005.
- Gell-Mann, M., *El Quark y el Jaguar.*, Editorial Tusquets, Cuarta Edición, Barcelona, 1995.
- Gómez, L. J., *Complejidad y Ecología.* Primer Congreso Internacional de Pensamiento Complejo, Bogotá, 2005.
- Kelly, S., *Complexity Advantage.* McGraw-Hill Companies., USA, 2000.
- Liao, S. H., *Technology management methodologies and applications. A literature review from 1995 to 2003.*, *Technovation* 25, 2005, pp. 381–393..
- Lichtenthaler, E., *Third Generation Management of Technology Intelligence Processes.*, R-D Management No. 33, Oxford, UK, 2003.
- Lichtenthaler, E., *Coordination of Technology Intelligence Processes: A Study in Technology Intensive Multinationals.*, *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 16, No. 2, 2004.
- López, E., Bautista, T., Cárdenas, R., Briceño, S., *Sistema de Inteligencia Tecnológica. El Caso del Área de Catálisis FCC en la Refinación de Petróleo.*, *Revista de Ciencia y Tecnología*, Vol.5, No.2, 2001, pp. 187-198.
- López, E., Alcántara, T., Briceño, S., *Sistema de Inteligencia Tecnológica y Planeación Estratégica en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico.*, IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas (ACACIA), México, 2005.
- Maldonado, C., *Sistemas Complejos, Evolución Tecnológica y Retos para la Ética.*, Universidad el Bosque, Vol. 2, Bogotá, 2002.
- Maldonado, Carlos (2005). *Termodinámica y Complejidad.* Universidad Externado de Colombia. Bogotá.
- Mejía, F., *Gestión tecnológica. Dimensiones y perspectivas.* Programa ICFES – TECNOS., Editora Guadalupe Ltda., Bogotá, 1998.
- Monroy, C., *Teoría del Caos.*, Alfa Omega Grupo Editor S.A., México, 1998.
- Morales, M., *Tejiendo una Red ¿Pero con qué Paradigma? Núcleo de Información Aplicada a la Educación.*, En www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro3/espanhol/capitulo01.pdf, 2003.
- Morin, E., *Introducción al Pensamiento Complejo.*, Gedisa, Barcelona, 1999.
- Ochoa, H., *La Teoría General de Sistemas o el Enfoque de Sistema en la Administración, Alternativa Complementaria al Método Científico.*, IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas – ACACIA, México, 2005.
- Orozco, E., *El Papel de la Prospectiva Tecnológica en la Inteligencia Empresarial. Situación en Cuba.*, Intempres I Taller de Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa. La Habana, Cuba, 2000.
- Orozco, E., *La Inteligencia Organizacional en la Industria Biofarmacéutica.*, Disponible en <http://redeantares.ibict.br>, 1999.
- Ortiz, V., Rincón, L., *Análisis en Inteligencia Tecnológica ¿Qué es y para que sirve?.*, *Multiciencia*, Vol. 5, 2005.
- Patiño, J., *Computador, Cibernética e Información.*, Editorial Panamericana, Bogotá, 2002.
- Pavón, J., Hidalgo, A., *Gestión e Innovación. Un Enfoque Estratégico.*, Ediciones Pirámide, Madrid, 1999.
- Peña, J., *La Complejidad de la Complejidad.*, *Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales.*, No. 10, 2006.
- Porter, M., *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors.*, Free Press, New York, 1980.
- Rodríguez, J. M., *Organizaciones para la Creación: Una Mirada desde la Complejidad.*, Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2004.
- Rodríguez, M., *Mapping Research in Sintered Materials: A Technical Intelligence Approach.*, Institut de Recherche en Infomarique de Toulouse (IRIT) et la Société Française de Bibliométrie Appliquée (SFBA), España, Octubre, 2001, pp.227-233.
- Rodríguez, M., Escorsa, P., *Transformación de la Información a la Inteligencia Tecnológica en la Organización Empresarial: Instrumento para la Toma de Decisiones Estratégicas.*, *Revista de Ciencia y Tecnología (RECITEC)* No. 2, Brasil, 1998.
- Rodríguez, M., Valdez, A., *Inteligencia Competitiva y Tecnológica en las Universidades: Oportunidades para la Innovación en el Sector Productivo.*, X Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica-ALTEC, México, 2003.
- Savioz, P., *Technology intelligence: Concept, Design and Implementation in Technology-based SME's.*, Palgrave Macmillan, New York, 2004.
- Sterman, J., *Systems Dynamics Modeling: Tools for Learning in a Complex World.*, *Management Review*. Vol. 43, No. 4, 2001.
- Velásquez, F., *Escuela e Interpretaciones del Pensamiento Administrativo.*, *Revista Estudios Gerenciales*, No. 83, 2002.