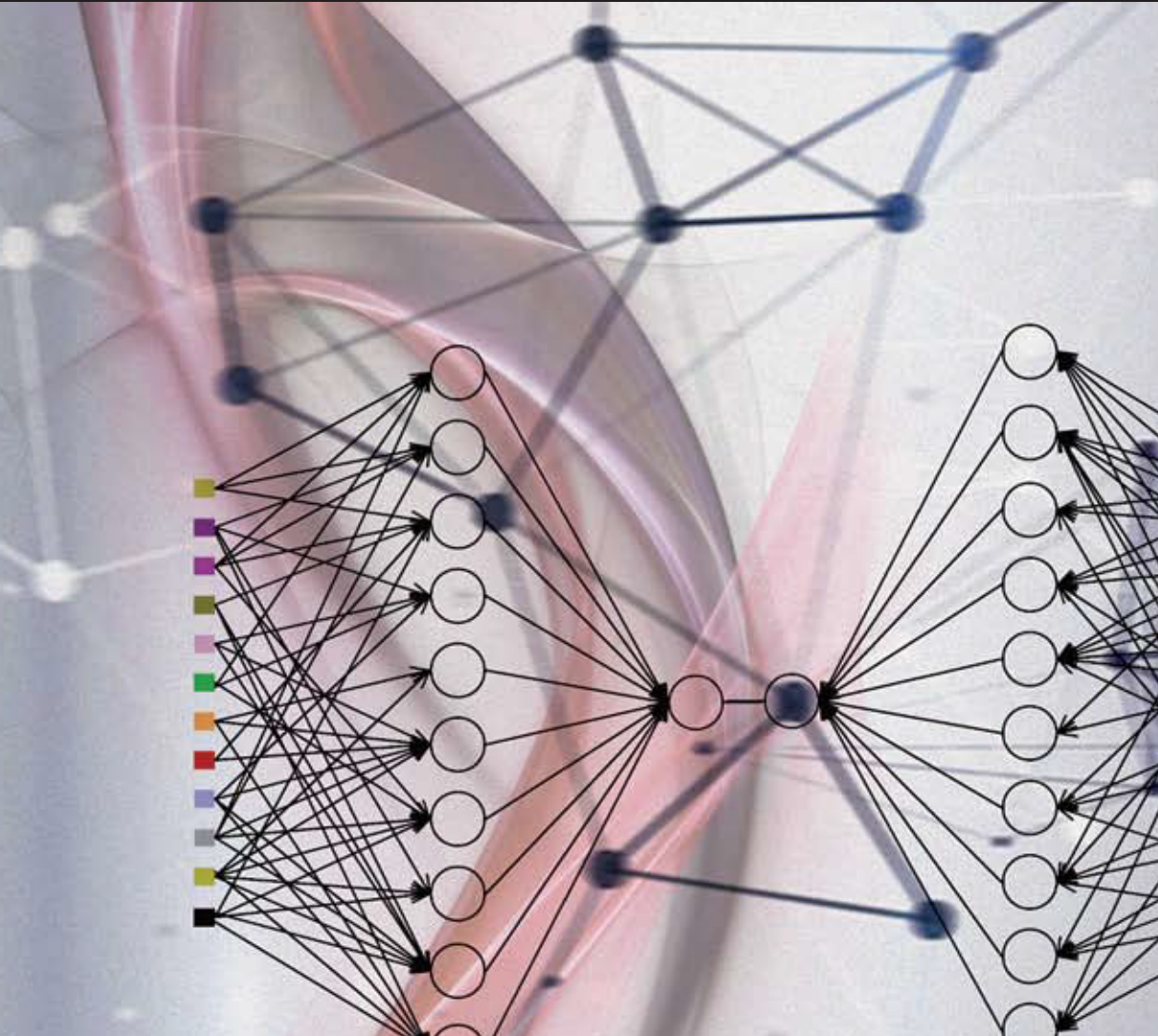


Análisis automatizado del conocimiento organizacional: revisión conceptual y metodológica de herramientas basadas en TIC para analizar datos e información

Valentino Morales López



**Análisis automatizado del conocimiento
organizacional: revisión conceptual y metodológica
de herramientas basadas en TIC para analizar
datos e información**

Dr. Valentino Morales López



Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación

2016

Dirección Ejecutiva (DE)

Dr. Sergio Carrera Riva Palacio

Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento (DAIC)

Dr. Juan Carlos Téllez Mosqueda

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico (DADT)

Ing. Alfredo Víctor Burgos Menéndez

Dirección Adjunta de Administración de Proyectos (DAAP)

C. Fausto Arturo Beltrán Ugarte

Dirección Adjunta de Competitividad (DAC)

Dr. Armando Peralta Díaz

Dirección Adjunta de Desarrollo de Software (DADS)

Mtro. Luis Humberto Alva Martínez

Dirección Adjunta de Administración (DAA)

Lic. Hilda Georgina Méndez Lozoya

Análisis automatizado del conocimiento organizacional: revisión conceptual y metodológica de herramientas basadas en TIC para analizar datos e información

© Valentino Morales López

Primera edición: enero, 2016

ISBN 978-607-7763-19-2

D.R. © INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación

Av. San Fernando No. 37, Colonia Toriello Guerra

Delegación Tlalpan, C.P. 14050, México, D.F.

México, MMXVI

www.infotec.mx

Prohibida la reproducción total o parcial, de la obra, sin la autorización por escrito de INFOTEC.

Impreso en México / *Printed in Mexico*

Tabla de contenido

Presentación	5
Introducción	7
1. Conocimiento y aprendizaje organizacional	9
1.1 Análisis y evaluación del conocimiento organizacional	12
1.2 Análisis y evaluación del aprendizaje organizacional	24
1.3 Análisis y evaluación del conocimiento y aprendizaje organizacio- nal en la administración del conocimiento	32
2. Sistemas de administración de conocimiento	39
2.1 Antecedentes de los sistemas de administración de conocimiento	12
2.2 Definición del sistema de administración de conocimiento.....	46
2.3 Características de los sistemas de administración de conocimiento	47
2.4 Tipología de los sistemas de administración de conocimiento ...	53
2.5 Codificación del conocimiento.....	54
2.6 Omtología	63
3..Herramientas tecno-organizacionales para el análisis del contenido de sistemas de administración de conocimiento	87
3.1 Elementos de sistema	89
3.2 Selección del método analítico.....	90
3.3 Métodos analíticos para la generación de reportes.....	95
3.4 Análisis de las TIC.....	110
Conclusiones	119
Bibliografía	121

Presentación

El propósito de **INFOTEC** Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación es el desarrollar investigación que permita la convergencia de la Tecnología de la Información (TIC) con los intereses de la sociedad. El libro que se presenta es resultado del esfuerzo de uno de los investigadores de esta institución para avanzar con resultados que tienen un enfoque de investigación básica y aplicada. La intención es que la TIC sea usable de acuerdo a los intereses, necesidades y requerimientos de las organizaciones.

El desarrollo de la TIC ha sido sumamente acelerado y provoca que pocos especialistas estén al corriente de las novedades y las herramientas de utilidad para analizar la información y la administración de conocimiento. El presente libro es un producto derivado de un proyecto de investigación de largo aliento que busca el desarrollo de un sistema tecnológico de administración de conocimiento, basado en un modelo conceptual que tenga la flexibilidad necesaria para integrar las nuevas herramientas que van surgiendo sin perder la esencia del planteamiento inicial.

En el anterior resultado se propuso un modelo y sistema de administración de conocimiento. En este segundo producto se presenta un análisis de los principios que rigen el análisis automatizado de información y conocimiento, la revisión de algunas de las herramientas para dicho fin y un muestra de la forma en la que se pueden usar.

El libro tiene la intención de contribuir en la discusión sobre el análisis de los sistemas de administración de conocimiento. De forma que se espera que el lector revise, reflexione y haga sus propias contribuciones en beneficio de las organizaciones y la sociedad.

Introducción

El objetivo del presente libro es la presentación de los resultados de la investigación *Sistema tecno-organizacional para la evaluación de administración de conocimiento y los sistemas basados en conocimiento*. En el texto se muestra la revisión de la literatura teórica y metodológica así como las herramientas organizacionales y tecnológicas que son de utilidad para el análisis de datos e información en sistemas basados en conocimiento.

La razón por la que se realizó esta investigación es porque a pesar de que el análisis de datos e información en sistemas de administración de conocimiento es un tema de interés, las herramientas para analizarlo presentan resultados bastante limitados, concentrados en el comportamiento del sistema y sus usuarios o las herramientas analíticas existentes son paquetes que trabajan de forma independiente al propio sistema.

La metodología que se usó fue documental, para la revisión de la literatura sobre teoría y metodología de herramientas para el análisis de sistemas basados en conocimiento y empírica para probar las herramientas existentes, sobre todo para el análisis de términos y redes sociales. En la parte empírica también hay que apuntar que se hizo del estudio de caso para cotejar las posibilidades que tienen las herramientas para el análisis de los términos en el título y resumen de los artículos más citados sobre Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) en *Web of Science*.

El libro está compuesto por los siguientes tres capítulos: 1. Conocimiento y aprendizaje organizacional, en este capítulo se plantea el contexto teórico sobre el conocimiento y aprendizaje organizacional, enfatizando la preocupación por contar con herramientas que permitan el análisis de los datos y la información para la toma de decisiones y la evaluación de las tendencias en el conocimiento de la organización y no sólo en el desempeño de los miembros de la organización; 2. Sistemas de administración de conocimiento, la intención de este capítulo es presentar las herramientas basadas en Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) para la administración de conocimiento, sobre todo las que de manera integral buscan que los datos, información y conocimiento sean

Análisis automatizado del conocimiento organizacional: revisión conceptual y metodológica de herramientas basadas en TIC para analizar datos e información

trabajados de forma automatizada; 3. Herramientas tecno-organizacionales para el análisis de la administración de conocimiento, el enfoque de este capítulo es retomar herramientas que han sido desarrolladas para dar solución a diversos desafíos ya sea organizacionales o tecnológicos, pero aún no han sido integrados a los sistemas de administración de conocimiento, el área de la que principalmente se recuperan es la de inteligencia de mercado.

1
Conocimiento y aprendizaje organizacional



El conocimiento organizacional es un tema que se ha abordado en otros libros y artículos con diversos enfoques, entre los que se cuentan Krogh, Nonaka, Tsoukas, etcétera. En el caso de este libro el interés se centra en la relación conocimiento organizacional y aprendizaje organizacional, en el contexto de la evaluación de la administración del conocimiento. La principal razón por la que se opta por analizar los temas generales de la administración del conocimiento, es porque de esa manera se tiene el marco de referencia en el que se ubican los temas analizados.

Si bien existe abundante literatura sobre la relación entre conocimiento y aprendizaje organizacional, en un libro en el que se abordan de forma conjunta se requiere una mínima explicación por qué se considera que están relacionados y sus principales temas. El conocimiento organizacional y el aprendizaje organizacional están ubicados en un segmento teórico, pero el aprendizaje se concentra en el proceso y el conocimiento en el contenido. Así se tiene que los conceptos, modelos, teorías y metodologías sobre el fenómeno cognitivo de la organización es quehacer del conocimiento y el aprendizaje organizacional.

Sin embargo, esa categorización no toma en cuenta que el estudio de las organizaciones tiene un elemento aplicado o pragmático, pero ello se resuelve con el conocimiento organizacional y la organización que aprende, que están ubicados en ese segmento aplicado. En consecuencia, el diseño, desarrollo e implementación de modelos, métodos y técnicas con la finalidad de sistematizar y analizar el proceso y contenido cognitivo de la organización está ubicado en este segmento. En esa sección ha estado presente la TIC, porque los estudiosos y en especial los profesionales del fenómeno cognitivo de la organización han sido conscientes de las ventajas que ofrece para su sistematización y administración. En la siguiente figura se presenta la forma en la que de acuerdo con este libro se categorizan relacionan el conocimiento y el aprendizaje organizacional.

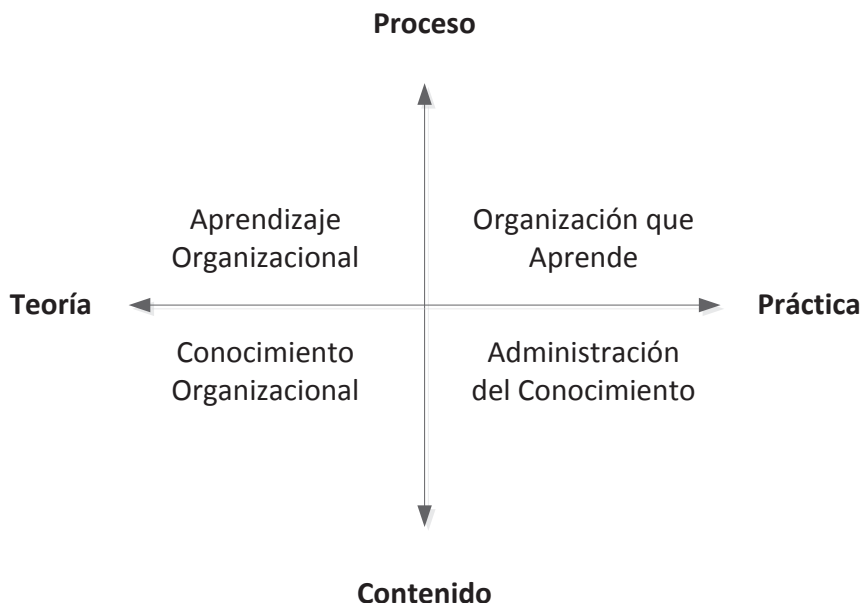


Fig. 1 Relación Conocimiento y Aprendizaje Organizacional. Easterby-Smith, 2011

El presente capítulo tiene tres partes, en la primera se analiza la evaluación del conocimiento organizacional, en la segunda se revisa el aprendizaje organizacional y en la tercera parte se plantea la relación del conocimiento y aprendizaje organizacional en el contexto de la administración del conocimiento.

1.1 Análisis y evaluación del conocimiento organizacional

El conocimiento organizacional es un tema que ha sido abordado recientemente en su vertiente teórica (Choo, 2002; Tsoukas, 2005), aunque inicialmente los planteamientos en esta área del conocimiento se concentraban en el desarrollo de soluciones y aplicaciones derivadas inicialmente del aprendizaje organizacional y posteriormente de la administración del conocimiento (Krogh, 1995; Lesser, 2004; Skyrme,

1999) con la finalidad de desarrollar modelos para la creación y administración de conocimiento en la organización (Nonaka, 1995). Por esa razón y en afinidad con el desarrollo teórico de la administración y la teoría de la organización, los primeros planteamientos del conocimiento organizacional eran de tipo aplicado y paulatinamente se fueron desarrollando teorías que buscaban explicar el conocimiento en la organización.

En este libro el conocimiento organizacional es considerado el aspecto teórico del conocimiento en la organización, siendo la administración del conocimiento la vertiente aplicada. En el conocimiento organizacional no se privilegia algún tipo de conocimiento, ya que la organización obtiene, procesa, genera y almacena conocimiento de cualquier índole, con la acotación de que sea útil a sus propósitos en un contexto determinado.

A efectos de este trabajo, el conocimiento organizacional se define como

... una actividad racionalizadora que un hombre o grupo de hombres llevan a cabo mediante el lenguaje en el contexto de la organización. Además, gracias al conocimiento organizacional, es posible la racionalización del mundo físico, del mundo social y del mundo histórico en los que está inmersa la organización. En este trabajo se entiende que la organización, cuando racionaliza el mundo físico, busca comprender y explicar el entorno en el que está inmersa. Cuando la organización racionaliza el mundo social busca comprender y explicar el entorno social que la rodea y del que forma parte. Mientras que, cuando la organizacional racionaliza el mundo histórico, busca comprender sus antecedentes y los de su entorno, los cuales le ayudan a explicar y dar cuenta de la situación en la que está inmersa, ya que muchas de las respuestas a las interrogantes sobre lo que ocurre en el presente se encuentran en el proceso histórico en el que ha participado o de la que es consecuencia la propia organización. (Morales, 2012)

El conocimiento organizacional es un tema difícil de analizar, especialmente si se pretende el desarrollo de aplicaciones basadas en TIC que mejoren los procesos para su administración. Sin embargo, de acuerdo con la definición planteada, el enfoque debe concentrarse en el mundo físico, porque en ese segmento es en donde se pueden definir los conceptos y variables clave del conocimiento de la organización y el entorno en el que está ubicada. El mundo histórico permite comprender

el proceso que ha seguido la organización para tener la configuración del presente y se pueden derivar análisis prospectivos que permitan intuir cuál sería su desarrollo futuro. En lo referente al conocimiento organizacional el mundo histórico tiene estrecha relación con la conformación de los repositorios de conocimiento, ya que a partir del conocimiento sobre la evolución de la organización se generan las estrategias para la administración de los repositorios, por ejemplo, se determinan los procesos de levantamiento de información, su almacenamiento, organización y recuperación, así como su descarte. En este aspecto es útil contar con herramientas analíticas que puedan procesar datos e información que no necesariamente está estructurada. El mundo social ayuda en la conformación de estrategias para incentivar a los miembros de la organización a compartir su conocimiento y el conocimiento de la estructura de la organización ayuda a conformar el orden en el que se almacena el conocimiento, la información y los datos para una recuperación óptima. Otra cuestión en la que ayuda es en la contextualización de la búsqueda y recuperación en los sistemas de administración de conocimiento, para que sea de utilidad para la toma de decisiones y acciones de los directivos de la organización.

Si bien la mayoría de las organizaciones aprecian el conocimiento *per se*, porque detectan su valor, también se tiene el caso de las organizaciones que no están interesadas en mantener repositorios de conocimiento. En especial, porque no tienen elementos que les permitan establecer el valor que tiene y por otra parte los costos de procesamiento y almacenamiento resultan altos, sobre todo para organizaciones medianas y pequeñas. Esta última situación ha sido modificada por la irrupción de nuevos soportes de información digital, que permiten el almacenamiento y análisis de grandes cantidades de datos e información. Sin embargo, el desafío es establecer mecanismos de almacenamiento que permitan la recuperación expedita de información y que el exceso de la misma no se convierta en un obstáculo, aunque para dar respuesta a esa problemática han surgido los sistemas de almacenamiento distribuido que apoyan en la optimización de los recursos de almacenamiento. Asimismo, se deben establecer criterios que ayuden a valorar el conocimiento y tomar decisiones sobre

las razones por las que es necesario almacenarlo y ofrezca una visión de la tendencia del flujo de conocimiento en la organización.

Aun cuando el análisis y evaluación del conocimiento organizacional es un tema importante para los estudiosos del conocimiento organizacional, es en la primera década del siglo **XXI** que se han hecho concretar diversos esfuerzos para tener elementos que permitan su adecuado análisis y administración (Wiig et al., 1997; Muller y Raich, 2005; Chong y Choi, 2005; Keramati y Azadeh, 2007; Jadoon y Hasnu, 2009; Zack et al., 2009; Heisig, 2009). En el trabajo de Turner y Minnone (2010) se identifican variables claves sobre el asunto, que son proceso, capital intelectual, cultura y estrategia, que deben tenerse en cuenta para el establecimiento de un marco conceptual para el análisis y evaluación del conocimiento en la organización que derive en una adecuada explotación de los insumos de conocimiento. Asimismo, en el análisis y evaluación de conocimiento hay que establecer mecanismos que permitan correlacionar el desempeño de la organización con el conocimiento (Bhatti, 2011).

En ese sentido el problema principal en el análisis y evaluación del conocimiento organizacional es que se ha partido del supuesto de que el conocimiento es complejo analizarlo y evaluarlo porque por una parte hay un conocimiento que no se puede codificar y por otra parte el conocimiento es transversal a las operaciones y procesos de la organización, así que se complica su categorización estática. De manera que es complicado aislarlo y valorarlo en el sentido de conocimiento per se, sin contextualizarlo, a diferencia de la información y el dato. Así que a efectos de este trabajo, la primera tarea es establecer en qué términos se puede ubicar el valor del conocimiento para la organización.

En el caso de las organizaciones que ofrecen productos o servicios un primer indicio es el conocimiento que está embebido en el producto/servicio que ofrecen a la sociedad y al mercado. Es necesario acotar que ese elemento es evidente en organizaciones que trabajan de forma intensiva con la innovación. En ese sentido, un elemento que es indicativo del valor del conocimiento en el producto/servicio es el impacto innovador

que tiene en el mercado, que le otorga un diferenciador frente a la competencia.

Es más complejo establecer el valor del conocimiento en los productos/servicios en organizaciones que están identificadas con procesos de producción tayloristas y fordistas. Sin embargo, a pesar de que dichos procesos en la mayoría de los casos son altamente rutinarios, se derivaron de un proceso intelectual que permitió que el conocimiento del trabajador fuera integrado a la tecnología y a la rutina, en términos de manuales de procedimientos. Además, con la integración de la TIC a los procesos productivos tradicionales es notable que en el *software* de control y monitoreo se va integrando el conocimiento que ya había sido desarrollado por la organización (Kenney, 2001). De manera que el valor del conocimiento se traduce en términos de la calidad del producto/servicio.

Si bien la asignación de valor del conocimiento en un producto/servicio de una organización se puede establecer en términos de su innovación o calidad, se deriva de la respuesta que tienen los clientes o usuarios del producto/servicio de la organización, que es la parte final de la cadena de valor, además de que el valor del conocimiento dependerá del ambiente en el que se encuentra la organización. Eso da lugar a diversas paradojas, ya que pueden existir productos/servicios en los que se ha hecho un gran esfuerzo intelectual en su diseño y elaboración, pero que al no estar acompañados de elementos clave, como una adecuada campaña de mercadotecnia, no son valorados adecuadamente por los clientes. Por otra parte, existen productos/servicios a los que no se les invierte demasiado esfuerzo intelectual y van acompañados de otros elementos e incluso tienen “suerte” y son altamente valorados. Así que confiar en que el valor del conocimiento invertido en un producto/servicio depende de la respuesta del mercado es un criterio sumamente limitado y conlleva el riesgo de minimizar el valor de un conocimiento que no por haber tenido nulo éxito en el mercado debe desecharse.

Así que el otro aspecto que es importante tener en cuenta es el valor del conocimiento al interior de la organización. Al respecto, el conocimiento se encuentra en los elementos tangibles e intangibles de la organización.

En lo que se refiere a los elementos tangibles en los que se puede ubicar y evaluar el conocimiento de la organización se cuentan los diversos documentos producidos por los miembros de la organización, en los que plasman los procesos que llevan a cabo para la obtención de ciertos resultados.

Hay que tener presente que la mayor parte de las actividades de una organización pueden ser descritas en términos de procesos (Ackroyd, 2010). Aunque se debe acotar que de acuerdo con Mintzberg (1993), la agrupación por procesos se basa en las funciones de las áreas y miembros de la organización, así que al proceso al que se le presta mayor atención en el diseño de la organización es al de trabajo, pero existen otro tipo de procesos, a continuación se enlista los tipos de procesos que existen en una organización:

- **Proceso de trabajo:** secuencias de actividades que transforman los insumos en productos, sus categorías son operacional y administrativo.
- **Proceso conductual:** patrones de conducta individual e interpersonal y formas de actuar e interactuar ampliamente difundidas en la organización, sus categorías son individual e interpersonal.
- **Proceso de cambio:** secuencias de eventos a través del tiempo, sus categorías son autónomo e inducido; incremental y revolucionario.
- **Proceso de gestión:** serie de acciones que son dirigidas a alcanzar una meta, sus categorías son ajustes de la dirección; negociación y ventas y monitoreo y control (Garvin, 1998).

Los procesos no son un tema nuevo y han tenido transformaciones a lo largo del tiempo, aunque han sido aceleradas desde la década de 1970, como se muestra en el siguiente cuadro retomado de Smith (2007).

(ver cuadro en la siguiente página)

Tema	1970	1985	2005	Impacto en los Procesos
Competencia	Competidores pequeños locales/regionales	Competencia nacional, aunque comienza a ser global	Grandes competidores globales	Se deben tener adecuados procesos, que permitan enfrentar a las mejores organizaciones
Clientes	Tomaban lo que les ofrecían las organizaciones cercanas, sin opciones de selección. Preferían productos nacionales o regionales	Se incrementa la exigencia de los estándares. Hay mayor demanda de productos y servicios de alta calidad	Son sumamente demandantes. Leales a quienes son considerados los mejores	Los procesos deben ser de excelencia, eficientes, con precios competitivos, teniendo como meta satisfacer las exigencias del cliente
Procesos	Con un enfoque funcional, sumamente manuales	Se reconoce la necesidad de integrar la automatización. La calidad total genera un enfoque sobre la mejora de los procesos	Los procesos son vistos como facilitadores. El enfoque es multifuncional basado en la tecnología	Las organizaciones reconocen que hay muchos problemas que no pueden ser solucionados de manera funcional
Tecnología	Marcos de referencia generales para toda la organización, enfocados en el poder	Escritorios personalizados, enfocados en la velocidad	Movilidad, enfocada en el acceso	Es facilitadora solo si los procesos están fluyendo sin contratiempos
Trabajadores	Estables, con trabajadores de largo plazo. Expertos en una gama limitada de tareas	Incremento del dinamismo y la diversidad, así como de los conocimientos requeridos para el trabajo	Móviles y diversos, se privilegia el pensamiento sobre el trabajo manual. Telecomunicado/trabajo remoto	Los procesos deben estar bien documentados para evitar la pérdida del conocimiento institucional cuando un trabajador deja la organización.

De acuerdo con el anterior cuadro el conocimiento ha tenido una participación importante en los procesos, pero se ha vuelto evidente a partir la década de 1980. En consecuencia, para poder tener una mejor perspectiva en la evaluación del conocimiento se requiere la definición del conocimiento de procesos, que es contextual, experimentada, cargada de valores y con información significativa sobre un proceso, incluyendo como está configurado, coordinado, ejecutado, que productos son deseables y cuáles son sus impactos en la organización. El conocimiento de procesos es accionable, porque puede ser usado para entrenar a los empleados, comunicar las mejores prácticas o para hacer mejoras.

Las dimensiones del conocimiento de procesos son las sucesivas:

1. **Estructural:** está relacionada con la configuración de un proceso, especialmente con la ordenación de las actividades que caracterizan los procesos organizacionales. Esta dimensión se concentra en la definición y análisis de las actividades que se deben realizar para la elaboración de los insumos y los productos o servicios y en los cambios que se harán para la optimización del proceso. Las metodologías que se pueden usar en esta dimensión pueden ser las redes de Petri, las variaciones de los estados de transición de las redes, las técnicas de especificación de programas, los modelos de transacción, el lenguaje unificado de modelado, la lógica y los marcos de referencia (Amaravadi, 2014). También se pueden usar constructos e iconos que representen interacciones entre eventos, funciones, procesos y unidades de la organización. La descripción de un proceso permite la formación de modelos mentales que se constituyen en un medio importante para la compartición de conocimiento (Laukkanen, 2008). El objetivo de esta dimensión es apoyar a las organizaciones en la experimentación con las configuraciones del proceso para la mejora de la producción, reducción de tiempos o el incremento de la eficiencia.
2. **Personal y coordinación:** es el entrenamiento y administración indispensable para que el proceso tenga los resultados deseados. Las preguntas que guían esta dimensión son: ¿Cuáles son los requerimientos

de pericia que se requieren en el proceso? ¿Cuántas personas son necesarias? ¿Cuáles son los criterios para evaluar el desempeño del personal? ¿Cuál es el tipo de entrenamiento que el personal requiere? ¿De qué forma debe ser coordinado su trabajo? ¿Cuáles son los programas de desarrollo de personal que se han implementado y que resultados han tenido? En base a esas preguntas se desarrolla un programa de capacitación para que los trabajadores nuevos puedan integrarse sin dificultades a los procesos de la organización y en el caso de los trabajadores que ya tienen tiempo les permite actualizarse en las herramientas, tecnología y metodologías que mejoren su trabajo. En el caso de la coordinación se desarrollan sistemas de gestión del trabajo, para evitar la duplicación de tareas y lograr que los procesos se realicen de forma ágil. El objetivo de esta dimensión es que la organización cuenta con un personal altamente capacitado y que su labor este coordinada de forma que tenga sentido su contribución y la organización no tenga gastos innecesarias en el personal contratado.

- 3. Desempeño y herramientas:** está relacionada con el conocimiento asociado a la ejecución de los procesos y herramientas usadas. En esta dimensión se incluyen los factores que afectan la eficiencia y los resultados, el tipo de problema que se enfrentan en el proceso y las soluciones. Debido a que las herramientas son usadas para ejecutar los procesos, también están asociadas con el desempeño del conocimiento y la dimensión del personal y coordinación por la capacitación. En este caso las herramientas son artefactos requeridos o utilizados en la ejecución de un proceso. Las herramientas de conocimiento están relacionadas con la comprensión de la forma de operar de las herramientas, sus características e idiosincrasias. De forma que el conocimiento del desempeño/herramientas incluye el conocimiento de las herramientas y el modo en el que se ejecuta el proceso, así como la manera en la que se enfrentan los problemas. El objetivo de esta dimensión es garantizar que las herramientas de la organización sean las de utilidad para los procesos, sin necesariamente ser las de reciente aparición en el mercado o las más costosas.

4. **Discurso:** cierto tipo de procesos, como la formulación y diseño de la estrategia son iterativos e implican negociación y discurso para obtener ideas, enfrentar problemas, conseguir información adicional, resolver problemas y llegar a consensos. A esta dimensión también se le conoce como proceso debido, a causa de lo complejo que es la toma de decisiones (King, 1990). En ese proceso es necesario involucrar a varios grupos de la organización y tomar múltiples acuerdos y compromisos. El proceso del discurso genera conocimiento sobre la historia que está detrás de una decisión: la racionalidad de la decisión, la coyuntura, los actores clave, las alternativas tomadas en cuenta y los compromisos. Este tipo de conocimientos se requiere para evaluar los procesos o llevarlos a cabo con los menores contratiempos o hacerles ajustes profundos. El objetivo de esta dimensión es que la organización cuente con códigos comunes que eviten la confusión y minimicen el conflicto en la toma de decisiones y en la ejecución de las acciones.
5. **Resultados:** está relacionada con dos tipos de conocimiento: los beneficios de un proceso que ha sido ejecutado y los resultados relacionados con su efectividad. Esta dimensión solo se puede convertir en conocimiento una vez que se analice a los clientes o usuarios después de un largo período, porque entonces se pueden intuir los patrones de comportamiento y de resultados, correspondientes al primer tipo de conocimiento. En el segundo tipo de conocimiento está relacionado con la medición de los procesos, como el rendimiento (D'Eredita, 2006). El objetivo de esta dimensión es que la organización analice sus resultados no solo con el criterio dual de positivo y negativo, sino que los contextualice para poder comprender las razones del resultado, e incorpore ese conocimiento para enfrentar situaciones futuras similares.
6. **Calidad y objetivos:** en los procesos de manufactura y servicios la calidad de los productos es uno de los aspectos intangibles de mayor relevancia. Esta dimensión está relacionada con la calidad de los procesos y sus resultados e incluye conocimiento sobre los indicadores de calidad, su valor actual y futuro y técnicas para mejorar

la calidad. Los indicadores de calidad tiene elementos como puntualidad, costo y cantidad (Calhoun, 2011). Esta dimensión está vinculada estrechamente con la de herramientas y desempeño. En el caso de procesos que no son de manufactura, la calidad es complicada de medir y por eso se incluyen los objetivos para abarcar los requerimientos que deben ser cumplidos en los procesos administrativos y de gestión (Schwaninger, 2009). El objetivo de esta dimensión es garantizar al cliente o usuario que el producto o servicio cumplirá con sus expectativas porque cumple con requerimiento estandarizados.

- 7. Impactos e implicaciones:** los procesos regularmente están vinculados con otros procesos de forma que cualquier modificación en alguno de ellos tiene implicaciones para otras actividades de la organización (Fiedler, 2010). Los procesos de diseño y gestión son relevantes porque están vinculados con las decisiones claves que dirigen otros procesos de la organización. El rediseño de un motor puede requerir la reestructuración de toda una planta de ensamblado, la modificación de los componentes que se adquiere e incluso el cambio en las relaciones con los proveedores. Entonces la dimensión implicación se enfoca a las consecuencias de las acciones en la organización. De igual manera que con la dimensión de resultados, hay dos tipos de consecuencias relacionados con los dos tipos de aprendizaje. Esta dimensión entra en acción cuando se modifican los procesos existentes o cuando se diseñan nuevos basados en los ya existentes. El objetivo de esta dimensión es el análisis de la viabilidad de la introducción de nuevos procesos, herramientas o tecnologías en la organización con el fin de evitar que tengan consecuencias negativas.

La definición de las dimensiones es de utilidad porque permiten la delimitación de los diferentes tipos de proceso del conocimiento en la organización. Aunque, las dimensiones se deben analizar mediante los tres componentes clave de la administración del conocimiento que son los activos de conocimiento, los procesos de conocimiento, que ya fue-

ron descritos anteriormente, y los habilitadores socio técnicos del conocimiento (Handzic, 2011).

El activo del conocimiento es el almacenamiento del conocimiento de un agente, tanto en su dimensión técnica o saber-hacer como en la cognitiva. Los activos de conocimiento regularmente están asociados a la memoria de la organización y sobre todo a los sistemas basados en conocimiento. Por esa razón, se considera que los activos del conocimiento están almacenados en los discos duros de la organización o en los archivos (Hecker, 2012). En la sección de los sistemas para la administración del conocimiento se ahondará en el análisis del flujo de los activos del conocimiento. También hay que tener en cuenta que los activos son los propios miembros de la organización que tienen una comprensión similar sobre algún asunto directamente relacionado con la organización, por eso hay que plantear que el capital humano está estrechamente vinculado a los activos del conocimiento.

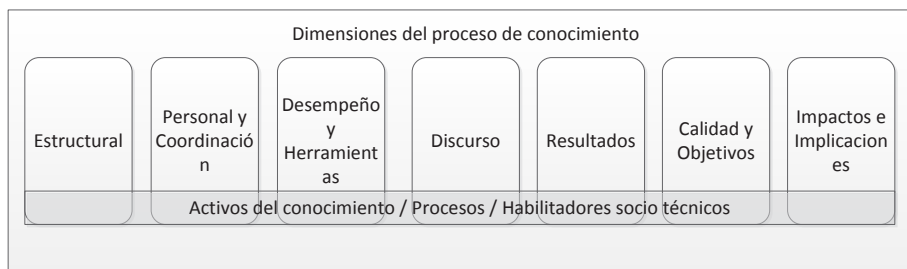
Los componentes de los activos del conocimiento son:

- 1) La acumulación de experiencia que deriva de la reflexión sobre experiencias pasadas (como cajas de herramientas, soluciones estratégicas y rutinas prácticas o teóricas).
- 2) El conocimiento derivado de las interacciones sociales (el testimonio de las personas).
- 3) El conocimiento socialmente aprobado, ya sea por el consenso del grupo o por alguien con algún tipo de autoridad, en especial intelectual (Gherardi, 2011).

El habilitador socio técnico del conocimiento es la persona que promueve la independencia en el trabajo, así como la experimentación con la finalidad de estimular la creatividad. El facilitador se debe involucrar en el impulso al acceso/disponibilidad del conocimiento de los expertos, al desarrollo de trabajo en equipo y comunidades de creación al uso de métodos para incentivar la creatividad, el monitoreo y control de los sistemas de procesamiento de conocimiento e información y sobre todo en

alinear las iniciativas y estrategias de la administración del conocimiento a los objetivos y a la estrategia de la organización (Guadamillas, 2009).

La correlación entre las dimensiones del proceso del conocimiento y los componentes clave del conocimiento es profundizada en el apartado 1.3, en el que se hace una síntesis de la evaluación del conocimiento y el aprendizaje organizacional, pero se puede observar en la siguiente figura una representación gráfica en la que se observan la relación de los elementos presentados previamente.



Correlación dimensiones y componentes claves del conocimiento. Elaboración propia

A fin de tener una noción integral del análisis y evaluación del conocimiento en la organización, se requiere analizar la aportación que se ha hecho en base al aprendizaje organizacional, que será planteado en el siguiente apartado.

1.2 Análisis y evaluación del Aprendizaje organizacional

En este libro se opta por analizar el aprendizaje organizacional en segundo lugar, porque el enfoque es en el conocimiento organizacional, a pesar de que surgió previamente y es un área de investigación al mismo nivel. El debate sobre la relación entre el aprendizaje individual y organizacional es un asunto que no se puede resolver fácilmente y seguirá siendo tema de amplias discusiones (Antonacopoulou, 2006). A pesar de que en este libro no se profundizará en el debate, a continuación se dan algunos elementos para poder tener claridad sobre la forma en la

que se entiende el aprendizaje organizacional y que es base para el bosquejo de su evaluación.

El aprendizaje organizacional fue planteado en la década de 1970, por Argyris y Schön, con la noción de que cuando alguien de la organización detecta un error en la teoría organizacional uso se procede a corregirlo. Esa noción les permitió plantear un proceso que denominaron doble bucle.

El primer bucle, de acuerdo con Bateson, es la habilidad de la organización de permanecer estable en un contexto de transformación. Eso quiere decir que los cambios que se hagan no afectan el modelo de la organización, ya que se modifican estrategias y supuestos. El segundo bucle, por su parte, tiene lugar cuando los administradores ubican un conflicto entre los miembros o las áreas de la organización y realizan una investigación para conciliarlo. La solución llega al grado de que se reestructuran las normas de la organización, así como las estrategias y los supuestos asociados a ellas.

El proceso del aprendizaje organizacional así como su evaluación, desde ese punto de vista, es un asunto altamente sistemático, porque para llegar hasta el nivel del doble bucle es necesario la ubicación de los conflictos en la organización y sobre todo incentivar que la organización esté dispuesta a la transformación continua. En consecuencia la evaluación del aprendizaje de la organización se sustenta en la forma en la que soluciona los conflictos y en el cambio continuo. Esa propuesta fue una de las razones por las que una de las recientes tendencias predominantes en la administración fue la administración del cambio. El cuestionamiento a la propuesta del doble bucle es que si bien el cambio en la organización puede ser positivo, también puede ser negativo. Además, la excesiva concentración en el cambio puede provocar que los miembros de la organización se introduzcan en una dinámica que les impida consolidar algunos de sus logros y sobre todo la institucionalización de la organización.

Después del planteamiento de Schön y Argyris fueron hechas otras propuestas, que tenían en común que su análisis partía del supuesto de que el aprendizaje en la organización era similar al que tiene lugar en el

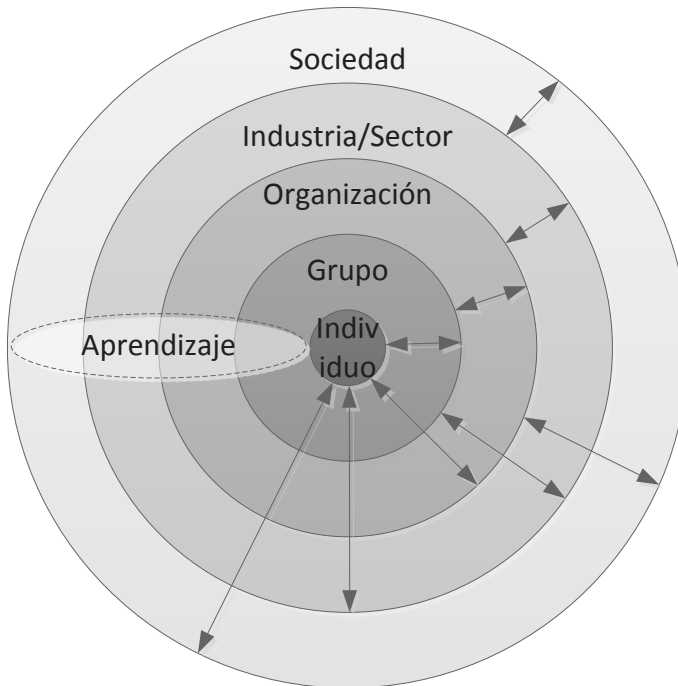
individuo. Esta postura se le denomina cognitiva y ha sido predominante en el análisis del aprendizaje organizacional y entre otras cuestiones se distingue por tener una orientación hacia el proceso del aprendizaje organizacional. De acuerdo con Yang (2009) esta noción tiene las siguientes características:

- 1) Un proceso transformacional que crea y recrea el conocimiento continuamente;
- 2) Un proceso acumulativo a través del que adquiere grandes cantidades de conocimiento;
- 3) Un proceso de mejora que busca alcanzar la meta de desarrollo organizacional; y
- 4) Un proceso sistémico que impacte toda la organización.

El cognitivismo en el aprendizaje organizacional ha tenido varias aportaciones, pero estaba limitado porque no había tomado en cuenta el factor cultural, que es vital para comprender el aprendizaje en la organización y para el despliegue de acciones que ayuden a lograrlo. Es a finales de la década de 1990 y principios de la de 2000 que algunos autores (Argote, 2013; Baets, 1998) comienzan a resaltar la importancia del elemento cultural. Esos autores resaltaban que si bien el aprendizaje organizacional puede establecer patrones con procesos similares en la mayoría de los casos e incluso replicables, los resultados derivados de su aplicación serán variados, de acuerdo a las características y el contexto de cada organización.

Inicialmente la postura que incorporaba la cultura al análisis del aprendizaje organizacional era bastante crítica a la noción cognitiva del aprendizaje organizacional. El enfoque era en las prácticas colectivas de las personas dentro de las organizaciones. De forma que se ubicaba el aprendizaje al nivel de comunidad, tomando en cuenta las subculturas y acciones relacionadas al interior de un grupo en la comunidad. Esa postura dio a lugar a resaltar que cada grupo social es capaz de evidenciar su aprendizaje colectivo por la forma particular en la que se desempeña. El ejemplo son las orquestas musicales, que si bien tienen las mismas partitu-

ras, instrumentos similares, su ejecución colectiva, va a variar de acuerdo al estilo del director de la orquesta, las características de los músicos y la trayectoria de la propia orquesta. En la siguiente figura se muestran los niveles de aprendizaje y las interacciones entre ellos de acuerdo con la noción del aprendizaje cultural con una perspectiva cultural.



Niveles de Aprendizaje. Antonacopoulou, 2006

Paulatinamente se han desarrollado teorías y modelos que buscan integrar las perspectivas cognitiva y cultura. Un ejemplo es el modelo holístico basado en capacidades dinámicas desarrollado por Verona y Zollo. El modelo está compuesto por tres elementos principales: antecedentes, capacidades dinámicas y consecuencias, siendo el segundo el eslabón que une a los otros dos. Los antecedentes tienen tres componentes: aprendizaje, rasgos organizacionales y rasgos individuales. Las consecuencias

tienen dos elementos: rutinas operativas y objetos de acción de las capacidades dinámicas. La relación entre elementos y componentes se observa en la siguiente figura.

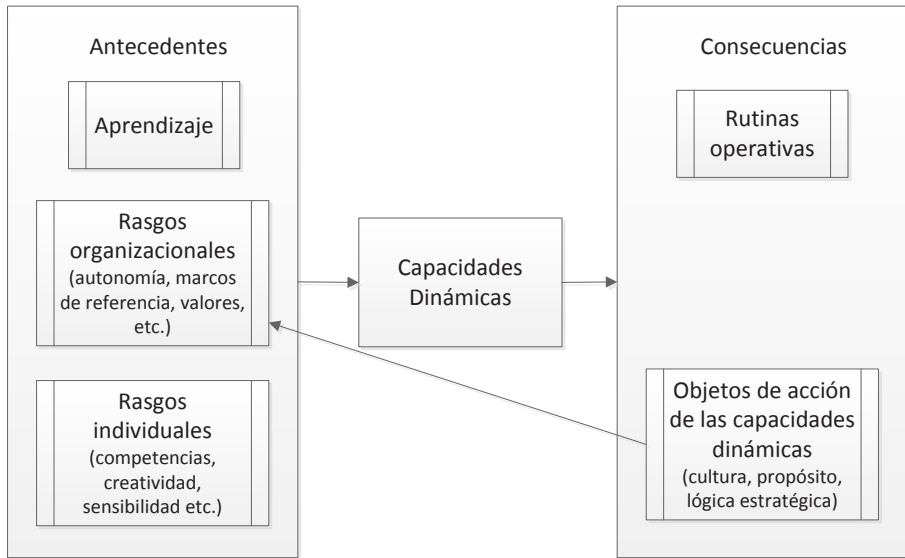


Fig. 2 Aprendizaje organizacional. Verona, 2011

Mientras que para el análisis y evaluación del conocimiento organizacional es importante enfocarse en los procesos, la clave para el análisis y evaluación del aprendizaje organizacional, es la forma, que también tiene las características de un proceso, en la que facilita la compartición de conocimiento, así como la difusión y acumulación del conocimiento (Lai, 2009). De manera que las diversas tendencias que hacen propuestas sobre el aprendizaje organizacional coinciden en el papel mediador del aprendizaje para que las organizaciones desarrollen, compartan y acumulen conocimiento. Ya que se debe recordar que el aprendizaje está ligado a otros elementos o procesos de la organización, es dinámico, fluido y se desarrolla a partir de la interacción entre los miembros de la

organización. En el análisis y evaluación del aprendizaje organizacional, hay que tomar en cuenta los siguientes elementos:

1. **Diálogo:** es el *espacio* cognitivo en el que los miembros de la organización pueden confrontar sus diferencias y llegar a acuerdos. El dialogo permite que los asuntos que regularmente no son abordados por ser polémicos o motivo de controversia sean tratado de forma abierta y honesta. Asimismo, a través del dialogo los individuos analizan sus errores para ubicar las causas y de ser posible enmendarlas (Jackson, 2009). De acuerdo con este punto, para la evaluación del aprendizaje organizacional se deben tomar en cuenta, los siguientes elementos:
 - a. Los puntos de vista son diversos y para la toma decisiones se debe privilegiar el consenso.
 - b. La agenda de trabajo debe ser transparente y los puntos que se van abordar se deben acordar previamente.
 - c. Es significativo el desarrollo de mensajes derivados de las discusiones hacia otros miembros de la organización.
 - d. El propósito es la construcción de un ambiente de comunidad y fortalecimiento de las relaciones entre los miembros de la organización.
 - e. Los miembros de la organización tienen un alto nivel de conocimiento de la cultura, políticas y procedimientos de la organización que con el dialogo es posible que sea socializado e incluso registrado.
 - f. Los asuntos polémicos y controversiales son tratados abiertamente en la discusión pero garantizando condiciones de respeto entre los participantes.
2. **Reflexión:** es un proceso que permite a los individuos y grupos revisar sus ideas y experiencias, para comprender como y porque han sucedido las cosas y entender sus experiencias. La reflexión brinda la oportunidad de que una vez que se ha concluido un trabajo o

una etapa se analice el proceso, para establecer errores y aciertos individuales y colectivos. Asimismo, la reflexión ayuda a poner en tela de juicio los modelos mentales, supuestos, acciones y prácticas a los que están habituadas las organizaciones y sus integrantes. Por último, la reflexión es de utilidad para tener una prospección de lo que puede ocurrir en el futuro, en base a los resultados de lo que ya se ha realizado (Karalis, 2010). En el caso de la reflexión para el análisis y la evaluación del aprendizaje organizacional se requiere tener en mente lo siguiente:

- a. Establecer en qué medida los miembros de la organización piensan sobre un asunto de forma generalizada y cuáles son las diferencias.
 - b. Ubicar la relación entre el proceso racional de toma de decisiones y el proceso de aprendizaje con un tamiz pragmático, ya que muchas veces los escenarios planteados en los procesos de toma de decisiones no coinciden con la realidad y es necesario hacer ajustes, pero sin eliminar el esfuerzo del análisis de escenarios.
 - c. Situar el nivel de honestidad en el intercambio de conocimientos, no para hacer una persecución en contra de los que no son tan honestos, sino para el desarrollo de estrategias que permitan que vayan planteando sus conocimientos de sin temores o sospechas, aunque si las estrategias no funcionan posiblemente sea necesarias otras medidas que van hasta el cambio de área de ese miembro.
 - d. Detectar las oportunidades que se dan para que los miembros de la organización analicen las implicaciones pasadas y futuras de las acciones de la organización y en caso de que no existan desarrollarlas o fortalecerlas sino funcionan adecuadamente.
 - e. Plantear las decisiones se toman después de un proceso de análisis medido.
- 3. Questionamientos:** brindan una oportunidad para obtener información, agudeza, claridad y dirección, que pueden ayudar en la

solución de problemas eficiente y efectivamente (Lipshitz, 2007). En el rubro de los cuestionamientos, se toman en cuenta los siguientes puntos para el análisis y la evaluación del aprendizaje organizacional:

- a. La cantidad de asuntos clave que se han identificado.
- b. El reconocimiento a los empleados que hacen cuestionamientos valiosos.
- c. El nivel de cultura curiosa y de indagación que hay en la organización.
- d. Las aportaciones de los miembros del equipo que enriquecen el conocimiento de la organización.
- e. Los estímulos que hay en la organización para incentivar el aprendizaje.
- f. Los asuntos que no eran visibles y que han sido evidentes, gracias a los cuestionamientos.

4. Identificación y clarificación de valores, creencias, supuestos y conocimiento: estos se desarrollan a través del tiempo y se postula como “verdades”, al grado que guían a la organización en su cotidianidad. Estas ideas se hacen evidentes en las conductas y opiniones usuales los discursos y documentos organización (Nold, 2012). Sin embargo, para que la organización aprenda se requiere que continuamente cuestione, examine y valide esos valores, creencias, supuestos y conocimiento de forma pública. La manera en la que se evalúa el aprendizaje a través de esos elementos es prestando atención a los siguientes puntos:

- a. La comprensión común de términos y frases clave, al grado de que el lenguaje no sea una barrera en la comunicación.
- b. Las motivaciones, opiniones y actitudes que permiten mayor comprensión entre los miembros de la organización.

- c. La disponibilidad en la organización al cambio y a modificar su pensamiento y conductas.
- d. El tipo de mediación existente para dirimir rápida y efectivamente los conflictos.
- e. La atención a las experiencias y actitudes previas que influyen en las conductas al interior de la organización.

El aprendizaje organizacional es complejo y su sistematización y evaluación ha retomado elementos de la pedagogía y la psicología. Sin embargo, para tener una visión integral del fenómeno se deben tener en cuenta elementos sociales, tales como las relaciones entre los grupos sociales y la cultura, ya que estos tienen una influencia igual de importante sobre los procesos en los que se desarrolla el aprendizaje organizacional. Una vez que se han analizado el conocimiento y el aprendizaje organizacional, en el siguiente apartado se planteará un modelo que integra la evaluación del aprendizaje y el conocimiento organizacional.

1.3 Análisis y Evaluación del Conocimiento y aprendizaje organizacional en la administración del conocimiento

El análisis y evaluación del conocimiento y el aprendizaje organizacional es compleja y difícil de sistematizar. De acuerdo a lo que se presentó en los dos primeros apartados tiene múltiples elementos intangibles y por lo mismo difíciles de sistematizar y medir. De cualquier manera, en la administración del conocimiento se han hecho propuestas que buscan ordenar el conocimiento explícito y el implícito para tener métricas sobre el aprendizaje y el conocimiento.

En primer lugar hay que definir qué se entiende por administración del conocimiento y para los fines de este libro, se trata de

Permitir a los individuos, equipos, organizaciones, redes, regiones y naciones crear, compartir y aplicar colectivamente y sistemáticamente el conocimiento con el fin de alcanzar sus objetivos estratégicos y operativos. La administración del conocimiento contribuye a incrementar la eficiencia y efectividad de las operaciones y para cambiar la calidad de la com-

petitividad (a través de la innovación) para el desarrollo de una organización que aprende (North, 2014).

De acuerdo con la anterior definición existen dos fines de la administración del conocimiento, que se pueden derivar en sus campos de acción, más la administración de información y datos, que es un tercer campo de acción. Las características de esos campos de acción se plantean a continuación:

- 1. Administración del conocimiento estratégica:** es el modelo de la organización en el que se conceptualizan las estructuras y procesos motivacionales y organizacionales que permiten que la organización este basada en conocimiento. La administración del conocimiento estratégica se enfoca en alinear las competencias necesarias para que la organización sea eficiente y efectiva y cumpla sus objetivos estratégicos (Pérez, 2010). El problema que tienen varias organizaciones cuando desarrollan iniciativas de administración del conocimiento es que no la integran a la estrategia general de la organización.
- 2. Administración del conocimiento operativa:** es la transformación de información a conocimiento y del saber-hacer a las acciones. La administración del conocimiento operativa es la organización de los procesos de transferencia de conocimiento individual en colectivo y viceversa. La conversión de conocimiento tácito en explícito es de vital importancia, porque permite a la organización incorporar a sus activos el conocimiento tácito y asignarle un valor, aunque con la conciencia de que no todo conocimiento tácito se puede convertir en explícito. Ese proceso requiere de los incentivos adecuados, así que la administración del conocimiento operativa establece las condiciones que sirven como estímulos para la creación, distribución y uso del conocimiento (Schwaninger, 2009). El riesgo radica en que se fuerce a los miembros de la organización a transferir conocimiento y en lugar de hacerlo simulen.
- 3. Administración de información y datos:** es la base de la administración del conocimiento. La adquisición, almacenamiento y

distribución de la información son prerequisites para crear y transferir conocimiento (Hendriks, 1999). En este campo de acción la TIC adquiere vital importancia, porque se trata del recipiente en el que van a residir los datos y la información y desarrolla herramientas que aseguran la recuperación efectiva de información relevante para la organización y por otra parte es el medio de interacción que permite la transferencia de conocimiento al interior de la organización. La información y los datos son de fuentes internas y externas, siendo trascendente garantizar que proviene de fuentes confiables y documentar la trazabilidad de los datos.

En base a los campos de acción se puede establecer un modelo de madurez de la administración de conocimiento, con la salvedad de que las organizaciones varían en diversos aspectos. El modelo de madurez es de utilidad para saber el nivel de desarrollo del conocimiento de una organización a través del tiempo. También el modelo de madurez puede servir de guía para la implementación de la administración del conocimiento en una organización. Asimismo, el modelo de madurez presenta una terminología común sobre la implementación de la administración del conocimiento a los miembros de la organización (Goncalves, 2011). El modelo de madurez que se presenta en este libro está basado en la obra de North y tiene los siguientes niveles:

- 1. Administración de información:** en este nivel las organizaciones se concentran en la administración de la información y aun en la actualidad la mayoría se ubica en este nivel. En este nivel de madurez se implementa infraestructura de información y comunicación para ofrecer el acceso y consulta a bases de datos, información y documentos específicos. Las medidas para promover el intercambio de conocimiento no están establecidas o si existen están en un nivel demasiado básico o informal. Los esfuerzos se concentran en fortalecer la infraestructura de TIC, en el rubro de almacenamiento y transferencia de datos. En este nivel las organizaciones buscan incrementar la documentación, transparencia y velocidad en los procesos, para evitar la redundancia en las tareas y que entre otras cuestiones los nuevos miembros de la organización tengan

un periodo de entrenamiento corto, que resulte en un impacto positivo en la calidad de los productos y servicios que genera la organización. Algunos ejemplos de este nivel de madurez es la implementación de *Intranets* y el desarrollo de redes sociales corporativas.

2. **Soluciones aisladas:** en este nivel se encuentran las organizaciones que implementan iniciativas de administración de conocimiento en áreas o unidades específicas. Las organizaciones que llegan a este nivel de madurez es porque sus directivos se han percatado que la TIC por sí sola no es suficiente para que existe administración del conocimiento. Los dirigentes entienden que los casos ejemplares son necesarios para demostrar que la administración del conocimiento debe tener beneficios claros. Así que en la organización se desarrollan soluciones para áreas específicas, consideradas críticas para el desempeño de la organización, como servicio, administración de los recursos humanos y atención al cliente. Las soluciones de administración del conocimiento contribuyen en la aceleración de los procesos, incremento en el uso y reusó de conocimiento, así como la fortaleza del trabajo en equipo y el incremento de la calidad. El riesgo de esta fase, es que a pesar de que existan casos de éxito, debido a que son aislados, su integración a una estrategia global de administración de conocimiento para la organización, puede ser complicada, sino es que imposible, porque es necesario partir de cero y atendiendo a las particularidades de las otras áreas de la organización. Ejemplos de este nivel es el establecimiento de sistemas de administración de las relaciones con el cliente integrado a la administración de las ventas o un portal con ayudas y trucos que sea de utilidad a los técnicos, quienes a su vez deben contribuir con mayor información.
3. **Organización profesional del conocimiento:** las organizaciones que están en este nivel han implementado una organización profesional del conocimiento de forma transversal en todos sus departamentos y unidades, con las siguientes características:

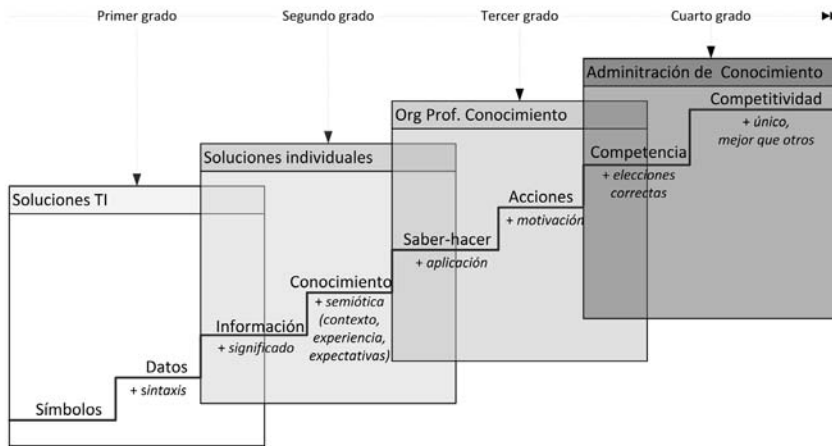
- a. La infraestructura de TIC garantiza el resguardo y la recuperación de información relevante.
- b. Los empleados están motivados y son premiados por compartir conocimiento.
- c. La administración del conocimiento está integrada en los objetivos, procesos y proyectos de la organización.
- d. El intercambio de conocimiento es apoyado por las comunidades de creación de conocimiento y centros o unidades de habilidades y competencias.
- e. Los beneficios de la administración de conocimiento son medidos mediante métricas confiables. La distribución equilibrada de los beneficios en la mejora de los procesos, una alta motivación de los empleados y la satisfacción de los clientes o usuarios de los productos o servicios de la organización es característica de la organización profesional del conocimiento.

Los ejemplos del tercer nivel del modelo de madurez se encuentran en el establecimiento de los roles y responsabilidades de administración del conocimiento a todos los niveles de la organización. Los empleados son entrenados con regularidad para que usen apropiadamente las herramientas de administración de conocimiento. En este nivel los miembros de la organización consideran a la administración del conocimiento como reglas y herramientas para la mejora de su desempeño, pero no la han integrado en sus mentes y conductas habituales.

- 4. Cultura del conocimiento:** representa el ideal que ha sido alcanzado por pocas organizaciones. Este nivel se caracteriza porque la diseminación y apropiamiento de los valores, el trabajo en equipo, y el intercambio activo de conocimiento está profundamente arraigado en toda la organización, al grado de que hay una búsqueda activa por desarrollar innovaciones, así como una cultura abierta y confiable para compartir conocimiento entre todos los miembros de la organización. Un componente importante de la cultura de conocimiento es que la organización tiene procesos dinámicos

de aprendizaje del interior y exterior de la organización (i.e. mercados, tecnologías, competidores, proveedores, clientes, etcétera). La organización debe contar con infraestructura y sistemas basados en TIC robustos. La colaboración, la compartición del conocimiento y la búsqueda continua de innovación son parte de la cultura de conocimiento.

El modelo de madurez se muestra en la siguiente figura.



Modelo de madurez. North, 2014

En lo presentado en este capítulo se denota que el conocimiento organizacional y el aprendizaje organizacional son áreas del conocimiento sumamente complejas. Esas áreas del conocimiento, en su aspecto aplicado, que es la administración del conocimiento se han apoyado intensamente en la TIC, que de acuerdo al modelo se encuentran presentes desde el primer escalón, porque se trata de la base de un adecuado sistema de administración del conocimiento. El desafío es que la TIC este adecuadamente integrada a los procesos administrativos y sobre todo que se desarrolle de acuerdo a una visión integral sobre conocimiento organizacional y no que primero se desarrolle la TIC y de acuerdo a sus posibilidades se plantee el modelo de conocimiento que va a guiar a la organización.

Análisis automatizado del conocimiento organizacional: revisión conceptual y metodológica de herramientas basadas en TIC para analizar datos e información

Siendo la relación sistemas tecnológicos y modelos de administración de conocimiento el objeto de estudio al que se le da mayor relevancia a este libro, en el siguiente capítulo se analizarán los sistemas de administración de conocimiento.

2.

Sistemas de administración de conocimiento



La tecnología y las organizaciones han tenido una relación añeja, que se identifica en los trabajos de Taylor en los que sistematiza la integración a los procesos industriales del saber-hacer de los artesanos (Taylor, 2003). Sin embargo, el caso paradigmático de la incorporación de la tecnología como variable clave para estudiar a la organización es el de la escuela de la contingencia (Pugh, 2007). Sin embargo, la mayoría de esas aproximaciones consideraban a la tecnología un instrumento tangible que era de utilidad en el procesos de elaboración de productos. Pero el desafío desde la década de 1990 es comprender que la relación entre la TIC y la organización es diferente a la que había existido entre la tecnología y la organización. Ya que aun cuando la TIC continúa siendo un instrumento que apoya los procesos de la organización, en los procesos intelectuales es difícil aislar a la tecnología y es más complejo en la administración del conocimiento, así la TIC se constituye en una dimensión que hay que analizar con la misma atención que otras, como la cultura.

En este capítulo se analizan los sistemas de administración de conocimiento, como el ideal al que se aspira en el desarrollo tecnológico para la administración del conocimiento. Si bien existen diversos sistemas basados en TIC, como la administración de relaciones con el cliente (CRM), el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP), el sistema de administración de contenidos (CMS), el sistema de apoyo para la toma decisiones (DSS) etcétera, que han apoyado el trabajo en la organización, los sistemas basados en conocimiento son el producto que debe construirse para garantizar una adecuada administración del conocimiento, porque a través de ellos se integran los otros para la gestión del conocimiento.

2.1 Antecedentes de los sistemas de administración de conocimiento

La administración del conocimiento desde sus orígenes ha estado vinculada a la TIC, pero inicialmente el desarrollo eran herramientas aisladas para ofrecer una solución específica a un requerimiento o problema

determinado. Además, no existía la diferencia con los sistemas de información e incluso se afirmaba que el sistema de administración de conocimiento se trataba de un desarrollo adicional al sistema de información (Gallupe, 2001). Sin embargo, el registro, almacenamiento y recuperación de conocimiento ha sido una preocupación del ser humano y hay quien considera que la propia escritura es una tecnología que el hombre desarrollo con esa finalidad.

El antecedente de la administración del conocimiento basado en TIC es Wells, quien en su visión sobre el *Cerebro Mundial*, consideraba que sería un espacio en el que se podría acceder a la organización intelectual de todo el conocimiento de la humanidad. El *Cerebro Mundial* representaría una organización y clarificación mundial del conocimiento y las ideas (Wells, 1938). El *Cerebro Mundial* tendría varias de las características deseables en un sistema de administración del conocimiento: contenido seleccionado, organizado, actualizado y sobre todo disponible para su uso por parte de los usuarios. A pesar de que las características del *Cerebro Mundial* la organización pueden tenerlas mediante un *Intranet*, estos regularmente no cuentan con espacios de interacción en tiempo real entre los miembros de la organización que estimulen el desarrollo de intereses y lenguaje comunes y la cooperación o la clasificación de los documentos es sumamente estática y no permite la interacción dinámica usuario-documento o la correlación del contenido de diversas fuentes.

Otro de los autores que forman parte del contexto histórico del sistema de administración de conocimiento es Bush, quien con una perspectiva aplicada, planteó el desarrollo de *Memex*, para que los científicos tuvieran acceso a los resultados de investigación publicados. El *Memex* se trataba de un visor de microfilmes que tenía una estructura similar a la del hipertexto, a través del que *todas las nuevas formas de enciclopedia estarán presentes y diseñadas con una malla de asociaciones que las vinculen, listas para ser recuperadas en Memex* (Bush, 1945). En la época de Bush los microfilmes y las microfichas eran la mejor alternativa al impreso para el almacenamiento de los grandes volúmenes de información y documentos que se estaban generando y con *Memex* se buscaba que esos grandes volúmenes de información fueran accesibles de manera expedita y sobre

todo que existieran relaciones entre el contenido similar en los diferentes documentos.

En la propuesta de Bush se observa que hay tecnología para almacenamiento de información y documentos, pero no para la recuperación de información y menos aún de conocimiento y tampoco para la colaboración entre los usuarios del sistema de almacenamiento. De cualquier manera, los principios que Bush propuso fueron la base para el desarrollo de las modernas interfaces de las computadoras, particularmente las de la *Web*.

En el caso del sistema de administración de conocimiento, en *Mex* se planteaba que el usuario, mediante los nuevos instrumentos de almacenamiento puede tener el control sobre el medio ambiente de sus fuentes de información y sobre todo que pueda extraer la información que requiera y que está contenida en grandes cúmulos y está creciendo de forma exponencial. Otro elemento que aporta es que en la producción de conocimiento, no basta y de ninguna manera es posible hacer exhaustivas revisiones a base de la lectura de toda la literatura. La razón es que la explosiva dinámica de producción de conocimiento exige que se usen los instrumentos tecnológicos para tener acceso al conocimiento relevante y válido para la investigación y en el caso de las organizaciones para sus procesos y decisiones.

El siguiente hito fue el desarrollo en 1969 de **ARPANET**, que permitió y facilitó la comunicación, sin estar limitados por diferencias temporales o espaciales. Inicialmente el **ARPANET** solo mantenía en comunicación a cuatro investigadores, pero paulatinamente a la red se fueron incorporando otros especialistas. Es en 1992 que los nodos se transfirieron a Internet y al *World Wide Web* y que se incluyeron otros miembros a la red que no fueran investigadores o participantes iniciales del proyecto (Stenmark, 2003). La aportación para el sistema de administración de conocimiento es que con ese protocolo, además de la comunicación, permite transferir grandes volúmenes de datos. Ello permitió que la colaboración sea una realidad, porque los miembros de una organización que tiene unidades

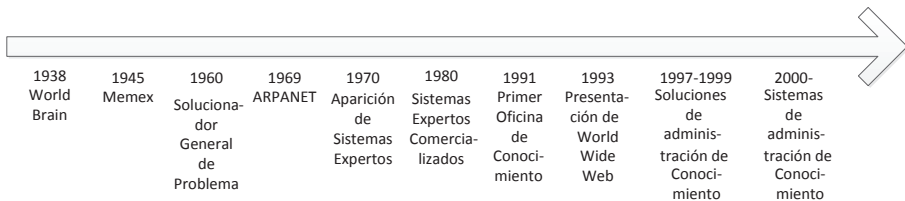
en diversas regiones, con diferentes husos horarios se pueden comunicar para intercambiar datos, información y conocimiento.

Al mismo tiempo se desarrollaron tecnologías de información enfocadas a los sistemas basados en conocimiento, que son los sistemas expertos. Los sistemas expertos fueron diseñados para apoyar a los tomadores de decisiones que no tienen un conocimiento profundo sobre un área determinada. Mediante el uso de la inteligencia artificial, el sistema experto incorpora las capacidades de razonamiento de un experto y la aplica para que se generen los posibles escenarios y sus razones y así los directivos puedan tomar una decisión adecuadamente sustentada (Gottschalk, 2007). La incorporación de los sistemas expertos al desarrollo de los sistemas de administración del conocimiento fue en la década de 1980 (Chen, 2010), con la finalidad de incorporar procesos de razonamiento para la recuperación de conocimiento en los repositorios de conocimiento.

En 1991 en Edvinsson Corporation se nombró al primer jefe de conocimiento (CKO), quien tenía un cargo directivo y era responsable de garantizar que en la organización se maximizara el valor del conocimiento (Dalkir, 2005). La forma en la que el CKO desarrollaba su trabajo era mediante iniciativas que se desarrollaban al interior de la organización. Debido a la existencia de esa nueva área en varias organizaciones muchas empresas que habían desarrollado software y soluciones informáticas relacionadas con sistemas de información empresarial modificaron su denominación para denominarlas soluciones de administración de conocimiento. Las limitantes de esas soluciones eran que estaban enfocadas a un objeto diferente al conocimiento, que es la información y si bien existen formas de trabajo similares en ambos, el problema radica en que mientras que la información tiene un comportamiento pasivo y es estática, el conocimiento es sumamente dinámico. La otra limitante era la propia tecnología porque varias de esas soluciones requerían de un experto en TI para que la administrara y no existían muchas prestaciones de interactividad para el trabajo colaborativo.

En la década de 2000 aparecieron los sistemas de administración de conocimiento, que ya eran desarrollos enfocados al conocimiento y tenían mayores prestaciones para el trabajo en colaboración y el análisis de grandes volúmenes de información. Para ello fue de suma utilidad el surgimiento de las herramientas asociadas a la *Web 2.0* o *Web social*, que brindan mayores opciones para la interacción entre el creador de un contenido y sus potenciales lectores, al grado que el proceso creativo deja de ser lineal y se vuelve una espiral (Postigo, 2011). El otro desarrollo es la *Web 3.0* o *Web semántica*, que permite agregar datos adicionales a los documentos que se encuentran en la *Web* para que las computadoras comprendan el significado de su contenido. En base a esas modificaciones se construyen herramientas y agentes que trabajan sobre esa *Web* para procesar los documentos a escala mundial (Yu, 2007) y en el caso del sistema de administración de conocimiento para que se pueda localizar de forma expedita el conocimiento contenido en el repositorio interno de la organización.

En el caso de las organizaciones, en base a los anteriores desarrollos se planteó que las redes existentes al interior de la organización (Skyrme, 1999) tuvieran plataformas tecnológicas robustas que sustituyeran a los *Intranets*, porque estos tenían un canal de comunicación unidireccional (Koskinen, 2010). De esa manera las redes corporativas se constituyen en el espacio tecnológico en el que se comunican, colaboran y comparten conocimiento los miembros de la organización. Con la ventaja de que el conocimiento tácito que es complicado codificar en un ambiente cotidiano en la red corporativa, con las herramientas que brinda la plataforma si es posible y su recuperación es menos difícil. La línea de tiempo del sistema de administración de conocimiento se presenta a continuación.



Línea de tiempo de los sistemas de administración de conocimiento. Elaboración propia.

El desarrollo de los sistemas de administración del conocimiento ha sido producto de diversas nociones filosóficas, tecnologías e iniciativas. En esta sección el recorrido inicia en 1938, con el trabajo de Wells, porque se busca resaltar la relación conocimiento-tecnología y que la preocupación por la sistematización del conocimiento no fue un hecho aislado a partir del trabajo de Drucker. Porque el tema del conocimiento ha ocupado la atención de los seres humanos desde la antigüedad, así como el tema de automatización. El propósito era demostrar la manera en la que el sistema de administración de conocimiento evoluciona y lo seguirá haciendo en el futuro. En el siguiente apartado se plantea una definición del sistema de administración de conocimiento que sirve de eje articulador de los otros contenidos de este libro.

2.2 Definición del sistema de administración de conocimiento

La definición del sistema de información, por sus características de tipo técnico pareciera que no es objeto de excesivo debate. Sin embargo, la definición de ese sistema se torna compleja por diversos motivos, uno de ellos es que son desarrollados desde diversos enfoques disciplinarios y sus propósitos atienden a diversos fines, que generan un debate que en ocasiones disgrega las diversas partes del sistema de información, porque algunos resaltan el aspecto tecnológico y otros el del área en la que se aplica.

En el caso del sistema de administración de conocimiento es un tipo de sistema basado en TI aplicado a la administración de conocimiento y tiene las mismas dificultades en su definición, ya que hay quien resalta el enfoque organizacional y su contraparte tecnológica. A fin de avanzar en dicho debate, en el caso de este libro se considera que el sistema de administración de conocimiento es un sistema tecnológico desarrollado para apoyar y mejorar los procesos organizacionales para la creación, almacenamiento/recuperación, transferencia y aplicación del conocimiento (Alavi, 2001), mediante las aplicaciones que comunican la tecnología con los mecanismos sociales y estructurales de la organización (Becerra,

2010). Como su nombre lo indica, el sistema de administración del conocimiento es un componente sustancial de la administración de conocimiento y debe responder a los requerimientos de ella. En el siguiente apartado se profundiza en sus características, que son en las que se debe equilibrar el enfoque tecnológico y el organizacional.

2.3 Características de los sistemas de administración de conocimiento

El sistema de administración de conocimiento tiene las siguientes características:

- **Iniciativa:** el sistema de administración de conocimiento es el aspecto tecnológico de una iniciativa de administración de conocimiento, que comprende los instrumentos enfocados a las personas y a la organización. Las iniciativas de administración de conocimiento se clasifican de acuerdo a su orientación a la personalización del sistema, a la codificación del contenido o a las dimensiones de la organización. El tipo de iniciativa determina el tipo de sistema de información que se va a desarrollar e implementar y no el sistema condiciona a la administración de conocimiento (Koskinen, 2010).
- **Contexto:** el conocimiento debe estar organizado, acumulado y apropiado adecuadamente en un contexto de creación y aplicación. Si bien el sistema de administración de conocimiento inicialmente sólo incluye conocimiento codificado, es de ayuda para comunicar o inferir en determinadas situaciones y para generar actividades, conductas y soluciones. El sistema de administración de conocimiento debe combinar e integrar servicios para la publicación, organización, visualización, distribución, búsqueda y recuperación de conocimiento explícito, así como la identificación de habilidades, expertos, comunicación y colaboración para apoyar el manejo de conocimiento implícito (Tweedale, 2015). Entonces a diferencia del sistema de información, el sistema de administración de conocimiento ayuda en la asimilación de información

contextualizada. Además, el papel de la TIC es dar acceso a fuentes de conocimiento para ayudar en el establecimiento del contexto con el fin de incrementar la fortaleza del conocimiento compartido y no solo el almacenamiento del conocimiento (Alavi, 2001). El contexto interno del conocimiento describe las circunstancias de su creación, i.e. autor(es), fecha de creación, circunstancias, supuestos y propósito de elaboración. El contexto externo se relaciona con la recuperación y aplicación del conocimiento, ya que con ese propósito el conocimiento se categoriza, se relaciona con otro conocimiento, describe los derechos de autor, las restricciones de uso y las circunstancias y la retroalimentación de cuando fue usado. La administración del contexto es un elemento central para la personalización de los servicios del sistema de administración de conocimiento, de utilidad para los participantes y para relacionarlos con los instrumentos del sistema que son implementados con el apoyo del proceso de administración de conocimiento.

- **Procesos:** el sistema de administración de conocimiento es desarrollado para apoyar y mejorar los procesos, herramientas o proyectos de conocimiento intensivos que es conocido como el ciclo de vida del conocimiento para apoyar el trabajo de conocimiento (Jennex, 2009). De acuerdo con esa perspectiva, el sistema de administración de conocimiento ofrece una vía para el flujo de conocimiento explícito mediante un proceso de refinamiento, o un foro de debate que contiene interpretaciones, juicios, ideas y otros elementos que son de utilidad para el pensamiento colaborativo.
- **Participantes:** juegan un papel central y activo en las redes y comunidades existentes en el sistema de administración de conocimiento, que se muestra por el apoyo que tiene el contexto en el sistema (Kalpic, 2005). La administración sistemática del contexto es necesaria para ofrecer relaciones semánticas entre el conocimiento codificado, las personas y los grupos, como los equipos de trabajo, comunidades o áreas de la organización, así como entre los dueños del conocimiento implícito y explícito y entre el conocimiento documentado y el meta-conocimiento, la retroalimentación, las eva-

luaciones y los comentarios sobre la aplicación de los elementos del conocimiento por parte de otros participantes. El contexto logra que el sistema se transforme de un simple almacén de conocimiento organizacional a una red de artefactos y personas de memoria y procesamiento de ese conocimiento. De esa forma se constituyen las comunidades o redes de trabajadores de conocimiento que se apropian del conocimiento y deciden qué y de qué forma lo comparten para tener un contexto y aportaciones al sistema. El diseño del sistema de administración de conocimiento debe reflejar que el conocimiento es desarrollado colectivamente y que la distribución de conocimiento es lo suficientemente flexible para cambiar, reconstruirse y aplicarse en diferentes contextos, por diferentes participantes con diversos contextos y experiencias. Así que la continua contextualización permite que el conocimiento deje de ser estático y se vuelva procesual y dinámico. Por eso el meta-conocimiento de un sistema de administración de conocimiento es tan importante como el conocimiento original, además de que responde a los requerimientos de la organización.

- **Instrumentos:** el sistema de administración de conocimiento se aplica en varias áreas, como el desarrollo de productos, la mejora de procesos, la administración de proyectos o en la administración de recursos humanos. Específicamente el sistema apoya los instrumentos de administración de conocimiento como la captura, creación y diseminación de mejores prácticas; la implementación de sistemas; la creación de directorios de expertos, taxonomías u ontologías; los sistemas de búsqueda de expertos; el filtrado colaborativo y el manejo de intereses usado para relacionar a las personas; la creación y fortalecimiento de comunidades o redes de conocimiento; y la facilitación de la solución inteligente de problemas (Adelman, 1997). En esos casos el sistema de administración de conocimiento ofrece una combinación e integración de servicios de conocimiento sistematizados que apoya uno o más instrumentos de administración de conocimiento.

- **Servicios:** el sistema de administración de conocimiento es descrito como una plataforma de TIC en el que se integran diversos servicios. Los procesos que debe soportar da un primer indicio de los tipos de servicios requeridos (Heier, 2004). Los ejemplos van de servicios básicos, como colaboración, administración de flujos de trabajo, administración documental y de contenido, visualización, búsqueda y recuperación; hasta más avanzados, como generación de perfiles, ubicación de perfiles, análisis de redes para relacionar a los participantes con intereses o actividades similares, análisis de texto, clasificación y agrupamiento para incrementar la relevancia en la recuperación, técnicas de usabilidad del sistema para una adecuada navegación, servicios personalizados, creación de espacios de trabajo, servicios de aprendizaje e integración de herramientas para relacionar varios documentos en base a una ontología organizacional.
- **Plataforma:** debe tener un equilibrio entre una orientación centrada en el usuario y en la TI, que a la vez que apoye las iniciativas, procesos y participantes, tenga los instrumentos y servicios para capturar y distribuir el conocimiento. La plataforma debe ser usada en toda la organización, ya sea pequeña/mediana o en el caso de grandes organizaciones, en segmentos de la misma. Además, de los anteriores enfoques, la plataforma debe tener una visión organizacional que se hace evidente con una taxonomía estandarizada o un conocimiento estructurado a través de una ontología aplicada a toda la organización o a unidades de la misma (Benbya, 2008). De esa manera el sistema de administración de conocimiento es diferente de los sistemas de apoyo grupal en que tiene un enfoque global de la organización y no específico a grupos de trabajo o proyectos. De igual forma, el sistema no solo es un sistema estructurado para apoyar una sola iniciativa de administración de conocimiento, sino es una plataforma que es usada para apoyar todos los procesos de conocimiento o para integrar el sistema y repositorio base en el que las aplicaciones de administración son construidas. La plataforma también debe tener la capacidad de ser

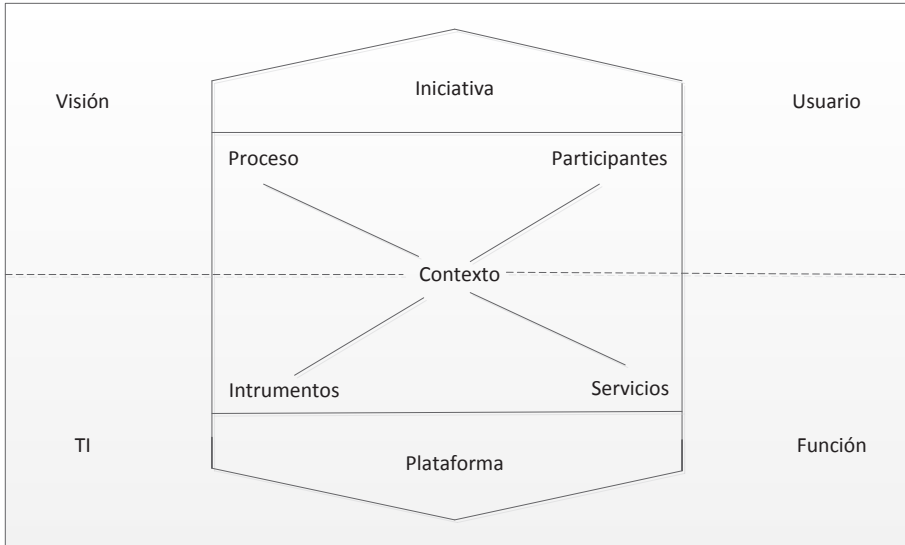
expandible para que integre nuevos servicios de acuerdo a la demanda de la organización.

Las características iniciativa, proceso y participantes se encuentran en el enfoque de la visión. Instrumentos, servicios y plataforma están en la orientación de TI o funcionalidad. El contexto es la vinculación entre los enfoques visión-función y usuario-TI. Las metas establecidas por una iniciativa de administración de conocimiento ayudan a definir los procesos y los participantes que son implementados con el apoyo de los instrumentos de administración de conocimiento que deben ser soportados por los servicios de administración de conocimiento sobre la base de una plataforma escalable. Los participantes, las comunidades o las redes de conocimiento deben estructurar a los grupos de usuarios que interactúan con el sistema de administración de conocimiento para que desplieguen sus tareas de conocimiento.

Las tareas de conocimiento deben estar organizadas en los procesos de adquisición y despliegue requeridos para el establecimiento de la iniciativa de administración de conocimiento. El sistema de administración de conocimiento debe consistir en una plataforma expandible y no en herramientas individuales con servicios avanzados sobre la base del conocimiento explícito. Los servicios deben estar combinados e integrados para dar a conocer los instrumentos de administración de conocimiento. Un sistema de administración de conocimiento debe estar alineado con el medio ambiente de la organización; el medio ambiente del usuarios para responder a expectativas de un experiencia adecuada y con servicios personalizados; el medio ambiente de la infraestructura de TI que determina las bases técnicas del sistema; y el medio ambiente de la funcionalidad que determina las interfaces para el usuario en el diseño de sistema de administración de conocimiento.

La siguiente figura muestra la relación entre las características del sistema de administración de conocimiento.

(ver la figura en la siguiente página)



Características del sistema de administración de conocimiento. Maier, 2007

Las características presentadas en este libro pueden ser apoyo para evaluar un sistema y verificar si en verdad es un sistema de administración de conocimiento. Ya que si bien varios de los sistemas existentes en el mercado tienen varias de las características básicas aquí enunciadas, como sistemas de administración documental, sistemas de administración de contenido, tecnologías de inteligencia artificial, herramientas de inteligencia de negocio o los grupos de trabajo, existen de forma aislada y no en un sistema integral. El problema es que los directivos de las organizaciones no cuentan con una noción de un sistema de administración de conocimiento y suponen que esos sistemas lo son, porque así lo establece su descripción y si bien tienen avances no llegan a cumplir con el ideal de un sistema de administración de conocimiento.

La definición y caracterización del sistema de administración de conocimiento ayuda a tener un marco de referencia para ubicar que sistemas entran en esa categoría y cuáles no. Sin embargo, los fines y propósito del sistema de administración de conocimiento van a depender de las

características, propósitos e iniciativas de cada organización. De cualquier manera es factible el establecimiento de una clasificación de los tipos de sistemas de administración de conocimiento que será abordado en el siguiente apartado.

2.4 Tipología de los sistemas de administración de conocimiento

En el anterior apartado ya se indicó que existen muchas perspectivas para el desarrollo de sistemas basados en conocimiento y por ende la forma en la que se pueden clasificar puede ser amplia. Entre las formas en la que se puede clasificar el sistema de administración de conocimiento se encuentran: de acuerdo a sus características técnicas; conforme a las dimensiones del conocimiento que almacenan y manejan; y acorde a los procesos de conocimiento que gestionan. En este libro la clasificación trata de ser una integración las diferentes perspectivas, enfatizando en los dominios de conocimiento, la clasificación es la siguiente:

- a) Sistema de administración de conocimiento dinámico: este tipo apoya la comunicación interactiva entre los expertos o equipos de trabajo y tiene mayor énfasis en el conocimiento no codificado (Gottschalk, 2007). En esta categoría los sistemas tienen redes de expertos y comunidad de creación de conocimiento.
- b) Sistema de administración de conocimiento orientado a procesos: este tipo de sistemas está enfocado a organizaciones con capital intelectual lo suficientemente significativo para que requieran capturar el conocimiento con fines de reusarlo cuando enfrentan nuevas situaciones o situaciones recurrentes (Alavi, 2001). La dimensión del conocimiento que trabajan es el codificado e incluyen sistemas de lecciones aprendidas, bases de datos de mejores prácticas, descripciones de procesos y repositorios de conocimiento.
- c) Sistemas de administración de conocimiento integrales: este tipo de sistemas tiene las características de los anteriores tipos de sistemas.

Ya que cuenta con herramientas para la comunicación interactiva entre los expertos y para la captura de conocimiento para su reutilización (Benbya, 2008). Este tipo de sistemas es el ideal al que debe aspirar la organización para tener un sistema de administración de conocimiento que sea robusto y apoye las iniciativas de conocimiento. Una de las ventajas que tiene es que no sólo es un canal para transmitir conocimiento no codificado, sino que este se puede codificar, gracias a las herramientas de registro con las que debe contar.

Lo expuesto en el libro plantea la importancia del conocimiento codificado, ya que es la base del conocimiento que será almacenado, organizado, transferido y reusado en el sistema de administración de conocimiento. En el siguiente apartado serán planteadas algunas ideas sobre la codificación del conocimiento en el sistema de administración de conocimiento.

2.5 Codificación del conocimiento

La codificación del conocimiento tiene un papel básico en el sistema de administración de conocimiento. Sobre todo, porque gracias a ella se va registrando el conocimiento que se ha adquirido, creado y usado en la organización, además de que ayuda a que los miembros de la organización tengan idea de la morfología del conocimiento de la organización. La codificación parece un tema sencillo, pero tiene implicaciones de diverso tipo que es necesario analizar para poder aplicarlo adecuadamente.

La codificación consiste en el grado en el que el conocimiento está documentado o expresado de forma escrita, a la vez que puede ser transferido entre las unidades y el personal de la organización (Hansen, 1999), conforme a los requerimientos de la organización, sean estos estructurales, estratégicos, procesuales, etcétera. Por eso la organización con un menor nivel de conocimiento codificado tiene serios riesgos de perder el conocimiento que ha generado a través de su trayectoria, ya que me-

diante de la codificación se puede transferir o compartir su conocimiento (Kasper, 2013).

No quiere decir que todo el conocimiento de la organización debe estar codificado, porque buena parte del mismo es tácito. Quizá el mayor error de los autores sobre conocimiento organizacional es pretender o hacer creer que es posible la conversión de todo el conocimiento tácito en explícito. Sin embargo, mediante la codificación sistemática de conocimiento es factible que la organización enfrente el futuro con mayor certidumbre. Al tratarse de un elemento de esa importancia, la organización requiere formular estrategias que permitan que el proceso sea suficientemente claro y transparente para dar garantía de la robustez del conocimiento.

En el uso de la estrategia de codificación del conocimiento se deben hacer algunas acciones que inician desde la auditoria del conocimiento existente en la organización y continúan con la clasificación, documentación, almacenamiento y mapeo del conocimiento. En el momento de auditar el sistema, el conocimiento es evaluado de acuerdo con las habilidades y debilidades de conocimiento de una organización, con la finalidad de desarrollar métodos de procesamiento de conocimiento apropiados, basados en las necesidades de la organización, para la identificación y prevención de factores internos, que pueden convertirse en obstáculos en la compartición de conocimiento. La meta de la auditoria del conocimiento es la creación de un área propositiva y definiciones claras en lo concerniente a cuidar que el conocimiento no se pierda o diluya, con acciones como la identificación de quien es su propietario, de qué forma podría usarse o a que áreas de la organización está dirigido (Akbari, 2012).

La codificación facilita la distinción y distribución de los fenómenos relacionado con el conocimiento entre las categorías reconocidas, a nivel social y personal en la organización. Los fenómenos son asignados a las categorías y permiten compararlos, contrastarlos y relacionarlos, de acuerdo con el contexto y los requerimientos de la organización.

De acuerdo con Boisot la lógica difusa es una herramienta de utilidad para la codificación (Boisot, 2007), porque al no ser restrictiva como la lógica clásica, permite la integración de los fenómenos de acuerdo con categorías que de otra forma no sería posible incluir y permite que se hagan relaciones entre esas categorías. También de esa forma, hay un mayor margen para que haya coherencia en las categorías, ya que estas se establecen a partir de valores múltiples, aunque los desafíos se incrementan en términos de procesamiento de cómputo ya que se requiere mayor poder de procesamiento, porque la selección que haga el sistema no será binaria, sino múltiple.

Mediante la lógica difusa las agrupaciones de los fenómenos pueden ser más nítidas o difusas, de acuerdo al grado de claridad de las categorías que se van estableciendo y al grado de independencia que tienen entre ellas. En especial porque la nitidez está asociada a la estructuración de la categoría y la independencia establece si las relaciones entre las categorías son significativas. La valoración de nitidez o indefinición se aplican a las estructuras entre las entidades que serán clasificadas, a las categorías a las que serán asignadas y a las relaciones entre entidades y categorías.

En el caso de computo, a pesar de que ya se mencionó que a múltiples valores hay mayor exigencia de procesamiento de computo, el propósito de la codificación es el de economizar los costos de procesamiento al extraer la información relevante de los datos. Esto mediante la ubicación de regularidades o patrones en la explotación y retención que ayude a resaltar los fenómenos relevantes y se dejen de lado datos que no son pertinente y generan ruido en la recuperación. Lo ideal es tener un equilibrio entre la flexibilidad de las categorías y una codificación lo más detallada posible. De cualquier manera, hay que tener en cuenta que el proceso de recuperación en los sistemas es una actividad sujeta a error cuando son procesados los datos, ya que estos pueden ser descartados por el ruido o falta de definiciones o reglas parametrizadas, que afectan la validez y la congruencia de la información recuperada (Fried, 2010). Entonces se debe tener una captura de datos basada en parámetros congruentes y claramente definidos.

A fin de tener alternativas de solución para el desafío que implica la aplicación de la lógica difusa en el análisis de datos y el establecimiento de parámetros claramente definidos en su captura se debe hacer uso de medidas entrópicas difusas. Mediante ellas es viable hacer las distinciones entre dos grupos, ya que toman en cuenta lo difuso y la distancia que existe en ellos. De esa forma se tienen dos grupos definidos de forma difusa, pero no traslapados y a la vez que se resaltan las diferencias, se tiene en cuenta las relaciones. En caso de que se toma lo difuso y la codificación relacionados de forma inversa, se puede usar la medida entrópica difusa para calibrar el grado de codificación de las entidades o categorías.

Las medidas entrópicas serán bastante diferentes del índice 'H' de Shannon, ya que una medida entrópica de información está basada en la distribución probable de entidades, como las letras del alfabeto a través de categoría preestablecidas, en las que a mayor equiprobabilidad de las entidades, mayor será el valor de H (Shannon, 1949). Esta cuestión se debe a que Shannon y Weaver asumen que las entidades ya están definidas y claramente establecidas, es decir están bien codificadas y la incertidumbre que se podría tener con H estaría vinculada únicamente a la frecuencia en la que estaría apareciendo cada entidad. Una entidad podría confundirse con otra pero no debido a alguna ambigüedad o a la falta de claridad en su definición. De manera que lo difuso y la probabilidad son conceptos ortogonales y la distribución probable de los eventos a través de las dimensiones y las categorías de la experiencia llevan al concepto de abstracción, que será tema del siguiente apartado, porque contribuye a la codificación de conocimiento.

2.5.1 Abstracción

Los fenómenos que forman parte del mundo de los sistemas vivos deben diferenciarse para posteriormente ser integrados en grandes esquemas, con la finalidad de que los sistemas sean una construcción coherente de objetos y relaciones entre ellos. Si bien cada sistema es diferente, cuando el investigador los estudia puede encontrar que las relaciones

potenciales entre los objetos o categorías es susceptible de crecer más rápida y exponencialmente, que los objetos o categorías mismos.

Los fenómenos concretos, al ser más cercanos al mundo real o a la experiencia que los fenómenos abstractos, tienen mayores posibilidades de ser caracterizados por más dimensiones y por lo mismo pueden ser categorizados en una gran cantidad de representaciones. Lo que conduce a una paradoja, ya que a mayor número de categorías en las que se pueda clasificar un fenómeno en un área determinada, es menor la probabilidad de que la categoría sea delimitada y mayor será la entropía de H . Por lo tanto, los fenómenos concretos tienden a desplegar un mayor nivel de entropía que los abstractos.

De hecho, cuando algún sujeto analiza una experiencia concreta y compleja, una actitud indolente puede provocar que abandone cualquier intento por clasificarla, ante la magnitud de posibilidades con las que debe trabajar. Eso es un riesgo en el caso de que las categorías viables no estén disponibles o que el costo de crearlas sea demasiado alto. Ante esa situación se corre el riesgo de que el sujeto reduzca el número de categorías necesarias para lograr una representación viable de la experiencia y en consecuencia también reduzca el nivel de entropía y las posibilidades de recuperación se reduzcan. Por lo tanto cuando se busca desarrollar representaciones sencillas, la clasificación está alejada de las experiencias concretas y se inclina a formas con un mayor nivel de abstracción, de allí que la abstracción ofrezca mayores ventajas para la codificación y clasificación del conocimiento.

La abstracción permite analizar cosas que son diferentes, como si fueran similares y permite preservar la información relevante, eliminando las diferencias que no son muy grandes. La teoría de Shannon aplicada para una codificación eficiente ayuda a intercambiar un símbolo por otro cuando están correlacionados, lo que es útil para describir un proceso equivalente al de una abstracción. La codificación eficiente y la abstracción implican el mapeo basado en correlaciones estadísticas, en el caso de la codificación eficiente entre símbolos en un repertorio y en la abstracción entre las categorías en las que un fenómeno empírico es

asignado. Y así como la codificación eficiente busca economizar el procesamiento y transmisión de los datos mediante la explotación de la estructura estadística subyacente en los símbolos que aparecen en un mensaje para lograr representaciones compactas, también lo hace la abstracción con las categorías.

Las abstracciones que se establecen de relaciones funcionales derivadas analíticamente entre los objetos y entre las categorías son nítidas, fuertes y bien codificadas. Mientras que las derivadas empíricamente presentarían mayores variedades y en consecuencias serán más difusas. Esto se ejemplifica mejor con la clasificación en biología, porque mientras unos investigadores se inclinan por la cladística, otros investigadores lo hacen por la fenética; ya que la primera es analítica y se apoya en la teoría y la segunda no. Así que la selección de uno u otro sistema dependerán del objetivo de la investigación y las características del objeto de estudio.

Además hay que tener en cuenta que las relaciones difusas generalizan el concepto genérico de relación al admitir la noción de membresía (asociación) parcial entre los elementos en un universo discursivo. Por ejemplo, en el caso de la ciencia, los estudiosos intentan moverse de relaciones difusas a relaciones bien codificadas mediante el análisis estadístico. Ese proceso de formalización del conocimiento no se puede completar debido al proceso cognitivo y a la lógica de los seres humanos, pero el desarrollo científico requiere claridad y sistematización y la codificación y abstracción son herramientas útiles para lograrlo. Además, la ciencia demanda una medida de alineación entre los conceptos y categorías desplegadas por diferentes individuos y grupos, que se logra mediante las convenciones establecidas por estrategias comunes de codificación y abstracción entre los diferentes miembros de una comunidad epistémica. Sin embargo, en la medida que las formalizaciones permanezcan incompletas, así lo estarán las convenciones. Paradójicamente en la vida diaria con experiencias del mundo real, en el que la formalización de las experiencias es baja, regularmente el sujeto está incomodo con la falta de claridad.

En consecuencia, la abstracción logra una representación sintética de los fenómenos con procedimientos similares a la codificación eficiente de la teoría de Shannon. Lo valioso de ese procedimiento es que logra economizar el procesamiento de datos y su transmisión a través de la explotación estadística de las estructuras de los mensajes para reducir sus dimensiones. Por lo tanto, si la abstracción y la codificación eficiente usan el mismo procedimiento para tener representaciones resumidas, es posible afirmar que la abstracción también permite economizar en el procesamiento y la transmisión. El desafío es determinar si la codificación y la abstracción también permiten la heterogeneidad epistémica, cuestión que se analizará en el siguiente apartado.

2.5.2 Codificación, abstracción y heterogeneidad

Debido a que la codificación y la abstracción posibilitan la reducción de los costos de transmisión entre los actores, facilitan la diseminación de datos, pero la limitante es que se concentran en datos, no en información y conocimiento. El que la diseminación de datos tenga como consecuencia estrategias de extracción de información y derive en esquemas interpretativos para la generación de conocimiento es un asunto más difícil de analizar. En esta fase se requiere que se priorice la diseminación de datos, información y experiencias de interés para la organización y no cualquier tipo de información o experiencia. Si la selección se hace a nivel organizacional garantiza que la diseminación de datos, información y conocimiento tenga un papel importante para la cultura en el desarrollo de sentido común colectivo y en la generación de formas colectivas de representación. La cultura de representación en la organización es una fuente para la persistencia de esas formas de representación y detona un proceso de socialización común que gradualmente alinea y armoniza a los miembros de la organización o un grupo y apuntala una lógica dominante.

La cultura promueve la diseminación de estrategias de codificación y abstracción a través de la organización y los grupos que existen en su interior, lo que permite el establecimiento de convenciones que facilitan y delimitan una interpretación común de las experiencias. Sin embargo, no

solo las convenciones permiten capturar completamente los significados en torno a una visión social, ya que la cultura juega un papel importante en las variaciones que tiene el nivel de alineación entre los miembros de la organización. En la codificación y abstracción la cultura es orgánica y no mecánica, porque la organización requiere la alienación ante un gran número de fenómenos, lo que da lugar a la solidaridad orgánica. Además, a pesar de la influencia homogeneizadora de las convenciones y presiones culturales, los sujetos pocas veces trabajan juntos con conjuntos de conocimiento parcialmente traslapados. En consecuencia, la organización debe enfocarse en ubicar los elementos superpuestos entre los grupos (comprensión común) o en las diferencias entre ellos (comprensión mutua) para poder encontrar nuevo conocimiento.

La diferencia es complicada de aceptar, porque los estudiosos desarrollan sus soluciones basados en modelos ideales en el que la premisa es que los sujetos tienen las mismas características en el lenguaje y los mismos filtros, así que cuando enfrentan situaciones similares deberían tener reacciones similares ante rangos similares de datos externos. Sin embargo, en la realidad, cuando los sujetos enfrentan los mismos datos, su percepción es influenciada por la memoria y su posicionamiento cognitivo y coyuntural, lo que deriva en filtros divergentes, que se hacen evidentes en las estrategias de codificación y abstracción personales, que les lleva a extraer información diferente de los mismos datos. Además, aun cuando extrajeran la misma información de los datos, las diferencias en su memoria y su noción cognitiva evitarían que introdujeran la información en el mismo contexto que les llevará a tener interpretaciones iguales. Así que se puede tener la conclusión de que dada a un grupo individuos una base de conocimiento, incluso cadenas de información similares, van a tener como consecuencia que cuando el sujeto la procese va a tener su propio idea y concepto.

La codificación y la abstracción emergen de la homogeneidad y la heterogeneidad a la que se enfrenta la organización cuando busca registrar y organizar el conocimiento. Ya que bajo condiciones difusas los sujetos que procesan los datos, individuos y organizaciones, regularmente desarrollarán categorías que serán de utilidad para sí mismos, pero con las

que los demás no necesariamente estarán de acuerdo. Entonces los sujetos son menos propensos a extraer la misma información de un conjunto de datos determinado que bajo condiciones de claridad, así que lo que van a establecer como su conocimiento es probable que difiera. En consecuencia, lo difuso es la base epistémica de la heterogeneidad entre y a través de los sujetos. Lo anterior implica que una organización basada en una cultura de compartir conocimiento, bajo ciertos acuerdos, puede restringir la variabilidad de las estrategias de procesamiento de datos e información, que le ayudan a incrementar su claridad, pero manteniendo las diferencias en la interpretación de la información para reflejar la diversidad de los contextos en los que sus miembros grupos o la propia organización se encuentra y de esa forma tener mayor riqueza en la recuperación en el sistema de administración de conocimiento.

Otra de las fuentes de heterogeneidad epistémica está en la complejidad del conocimiento con el que trabaja la organización. La importancia del conocimiento, respecto del simple dato o la información, reside en que con el es factible desarrollar una mayor cantidad de variedades de patrones con los mismos datos, sin importar el nivel de codificación y abstracción. Por lo tanto, cuando se trabaja con conocimiento complejo es menos factible que dos sujetos tengan interpretaciones similares. Por último, hay que tener presente que lo que para algunos es heterogéneo, para otros puede ser homogéneo, dependiendo de la situación del sujeto, asociado a su nivel de involucramiento en el contexto del conocimiento y los productos que se derivan.

La forma en la que se aplica en este libro el anterior planteamiento sobre codificación y abstracción es en el desarrollo de estrategias para la organización diversa del conocimiento en el sistema de administración de conocimiento. Al respecto la ontología, que será presentada en el siguiente apartado es la alternativa viable para lograr que datos, información y conocimiento sean accesibles a los miembros de una organización, mediante los sistemas de administración de conocimiento.

2.6 Ontología

La ontología es un término que fue desarrollado en la filosofía y se constituyó en una de sus principales áreas de investigación, pero en los últimos años fue retomado en la computación y ha tenido una importancia creciente por el desarrollo de la *web* semántica. Los primeros investigadores que usaron el término ontología en la computación fueron los participantes del *Knowledge Sharing Effort*, que era una iniciativa que surgió a principio de la década de 1990, apoyada por la *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, *The Air Force Office of Scientific Research (AFOSR)*, la *Corporation for National Research Initiative (NRI)* y la *National Science Foundation (NSF)*, para desarrollar infraestructura técnica con la finalidad de apoyar el reuso y la compartición de conocimiento entre los sistemas (Neches, 1991).

La razón por la que la ontología ha tenido mayor relevancia es que se considera que a través de ella puede resolverse uno de los desafíos más complicados de solucionar en el uso de las computadoras con propósitos humanos y sociales: la interoperabilidad entre múltiples representaciones de la realidad que se encuentran en los sistemas de cómputo y entre esas representaciones y la realidad, principalmente los usuarios humanos y sus percepción de la realidad. Sin embargo, hay especialistas de otras áreas del conocimiento, como la documentación, que supuestamente han retomado el término de la computación, pero con una noción divergente, sino es que totalmente incompatible como ha sido desarrollado. En consecuencia, la ontología enfrenta la paradoja de que es un área de investigación interdisciplinaria que se ha desarrollado con la intención de reducir la ambigüedad sobre la comprensión de los símbolos y en muchas ocasiones es usada de forma inconsistente. Así que los investigadores deben comprender el término para reconocer sus aplicaciones, relaciones y diferencias con las bases de conocimiento, los esquemas **XML**, y los sistemas de organización de conocimiento, como las clasificaciones.

En los inicios de la aplicación de la ontología en el cómputo se ubicaban siete nociones:

1. Ontología como una disciplina filosófica
2. Ontología como un sistema conceptual informal
3. Ontología como un reporte semántico formal
4. Ontología como una especificación de una conceptualización
5. Ontología como una representación de un sistema conceptual a través de la teoría lógica
 - a. Caracterizada por propiedades formales específicas
 - b. Caracterizada únicamente por sus propósitos específicos
6. Ontología como un vocabulario usado por una teoría de la lógica
7. Ontología como una especificación (meta-nivel) de una teoría de la lógica (Guarino, 1995)

La primera noción es la clásica de la filosofía y es completamente diferente a las otras, de forma que no será analizada a fondo en este libro. Sin embargo, es necesario aclarar que a pesar de que autores como Guarino buscan relacionar la ontología de cómputo o inteligencia artificial con la ontología formal, hay que decir que dicha ontología formal pertenece al ámbito de la lógica en la filosofía y no al de la ontología clásica como pretende Guarino. La ontología formal deriva de un ensayo de Husserl (1982), quien al plantear una crítica de la razón lógica desarrolló la ontología formal o teoría del objeto en general, en la que esboza la correlación de las categorías de significación y las del objeto en el dominio de la lógica (Smith, 1982). De esa manera Husserl integraba a la lógica sus ideas sobre la fenomenología, que estaban basadas en la ontología. En consecuencia, de acuerdo con Husserl la lógica no sólo se ocupaba de la estructura del conocimiento y su veracidad y falsedad, también integraba una comprensión sobre la forma en la que se puede comprender el fenómeno y sobre todo, como se formalizaba por parte del sujeto y especialmente en la ciencia. La definición de ontología formal que sustenta el planteamiento de Guarino es la de Cocchiarella (1991), que la considera *el desarrollo sistemático, formal y axiomático de*

la lógica sobre todas las formas y modos del ser. Esa es la definición de la ontología que se retoma en la computación y que sirve de sustento para varios de los posteriores desarrollos sobre la ontología en esta área del conocimiento.

Una vez hecha la anterior aclaración hay que concentrarse en las nociones 2 a 7 que son las que interesan en este trabajo, porque son las que han estado presentes en la ontología desde la perspectiva de la computación. Las definiciones 2 y 3 conciben a la ontología como una entidad semántica, que sería la contraparte de las nociones 5 a 7 que la consideran un objeto sintáctico. La definición 4 estaría acorde con la visión de la comunidad epistémica de inteligencia artificial, podría considerarse sintáctica, pero su significado preciso dependerá de lo que se entienda por especificación y conceptualización. En esta revisión somera de esas nociones de la ontología en computación se observan visiones que incluso son contrapuestas, pero que reflejan el enfoque desde el que se trabaja la ontología o cuestiones en los que hay desacuerdo entre los investigadores, que son las siguientes:

1. **Verdad y consenso:** en las investigaciones iniciales sobre ontología se partía del supuesto de que se podrían desarrollar modelos de la realidad que reflejaran las estructura verdaderas y que serían independientes de juicios subjetivos y del contexto. Sin embargo, al inicio de la década de 2000 hubo investigadores que cuestionaron esa perspectiva, ya que consideraban que no se podía producir modelos verdaderos, sino consensados y modificables, porque los juicios humanos son el elemento central de las ontologías y estos pueden ser modificados por diversas razones.
2. **Lógica formal y lógica difusa:** buena parte de los investigadores de ontología consideran a la lógica formal como el principal medio para demostrar que la semántica es una característica inherente de una ontología. Para esos investigadores un vocabulario basado en el lenguaje natural y un modelo conceptual de un área del conocimiento, a pesar de que usen un diagrama de tipo UML no son una ontología. Esa cuestión está relacionada con que si el propósito de

la ontología es su lógica interna o si también incluye elementos adicionales. Esa posición es razonable si se considera que la lógica formal es la única que permite establecer la semántica de un elemento conceptual en una ontología. Sin embargo, como ya se mencionó en el apartado de la codificación, el desarrollo de representaciones, categorías y relaciones no debe restringirse a la lógica formal y hay que tomar en cuenta el contexto en la construcción de la ontología.

3. Especificación y sistema conceptual: existe un debate sobre si una ontología es el sistema conceptual o su especificación. Hay autores que consideran que una ontología es una abstracción sobre un dominio de intereses en términos de sus entidades conceptuales y las relaciones entre ellas. Los contrarios opinan que es la especificación explícita de una abstracción en algún tipo de formalismo, como el **OWL**, el **WSML** o *F-Logic*. La postura más razonable es la que considera a la ontología como la especificación del sistema conceptual en la forma de un artefacto legible en lenguaje máquina.

Las anteriores divergencias no solo se tratan de discusiones centradas en la terminología, ya que son el resultado de nociones divergentes entre investigadores de computación y de sistemas de información y entre investigadores y profesionales. En computación los investigadores parten de la premisa de que ellos pueden definir las entidades conceptuales en las ontologías principalmente por medio de métodos formales, por ejemplo, mediante el uso de axiomas para especificar el significado de elementos de dominio. En contraste los investigadores de sistemas de información consideran que las ontologías están más relacionadas con la comprensión de los elementos conceptuales y sus relaciones y hacen un mayor uso de métodos informales, como los diagramas de clases **UML**, modelos relacionales de entidades, redes semánticas e incluso el lenguaje natural. En ese contexto, una colección de entidades conceptuales con una definición basada en el lenguaje natural, como los vocabularios controlados, puede ser considerada una ontología.

La última posición esta mejor sustentada, al considerar que las ontologías no solamente son las representaciones formales de un dominio, sino el resultado de un consenso sobre esas representaciones entre los miembros de la comunidad a la que va dirigida la ontología. Sobre todo porque el lenguaje es dinámico y continuo, resultado de un proceso social en el que los participantes pueden descartar proposiciones o introducir nuevos tópicos. Además, la comunidad debe conocer los elementos técnicos de la ontología y estar convencida de que esta adecuadamente construida y que tiene la posibilidad de proponer modificaciones en caso de ser necesario.

2.6.1 La ontología y las bases de conocimiento, los esquemas XML y los sistemas de organización de conocimiento

La ontología suele ser confundida con otro tipo de herramientas usadas para la organización de conocimiento en la computación y en los sistemas de información y conocimiento. En este apartado se plantearan las diferencias que tienen con los que comúnmente suelen ser confundidas.

Bases de conocimiento: la ontología es confundida con las bases de conocimiento porque usan el mismo lenguaje (**OWL**, **RDF-S**, **WSML**, etcétera), además de que las mismas herramientas e infraestructura puede ser usada para crear ontologías y bases de conocimiento. La distinción entre ellas es que las ontologías son el vocabulario y su especificación formal, que puede ser usada para expresar una base de conocimiento y estas son un tipo especial de base de datos para la administración de conocimiento. No hay que olvidar que la razón inicial para el desarrollo de la ontología fue lograr la interoperabilidad entre múltiples bases de conocimiento. Así se tiene que en la práctica una ontología puede especificar los conceptos “hombre” y “mujer” y expresar que ambos son mutuamente excluyentes, pero los individuos Pedro, Pablo y María normalmente no son parte de la ontología. En consecuencia, cada archivo **OWL** no es una ontología, porque con ellos si se representa una base de conocimiento.

Las diferencias señaladas son complicadas de establecer, ya que a veces los individuos (instancias) estarán en la ontología y otras no. La razón es que solo aquellos individuos que son parte de la especificación del dominio y no hechos puros dentro del dominio, formaran parte de la ontología. La conformación de ese criterio depende del enfoque y propósito con el que se seleccionan los elementos de una ontología y cuales sólo serán considerados datos. Por ejemplo, la ciudad de México podría ser una instancia de la clase “ciudad” dentro de una ontología de turismo, pero no el Palacio Nacional. Así que la mejor opción para diferenciarlos es mediante el establecimiento de las categorías individuos ontológicos que forman parte de la especificación de un dominio y datos individuales, mismo que forman parte de la base de conocimiento de un dominio.

Esquemas **XML**: tampoco son ontologías, porque solo definen una representación sintáctica de un problema de dominio, pero no la semántica de los elementos del dominio. Los esquemas **XML** definen la secuencia y el orden jerárquico de los campos en una instancia documental válida, pero no especifican la semántica de ese ordenamiento, por ejemplo, no especifican la semántica de los elementos incrustados; no tienen el objetivo de desarrollar categorías reusables y sin relación con el contexto de los objetos que representan. Por ejemplo, no definen si el dato “estudiante” se refiere al ser humano o al rol de ser estudiante. A diferencias de las ontologías, se puede observar que las definiciones de los esquemas **XML** llegan a combinar categorías muy diferentes en las definiciones de sus elementos, lo que es un obstáculo para la reutilización de los datos **XML** en un nuevo contexto.

Sistemas de organización del conocimiento: son instrumentos para estructurar el almacenamiento del conocimiento con la finalidad de una mejor recuperación y uso. Los tipos de sistemas de organización de conocimiento más conocidos son las clasificaciones y los vocabularios controlados para la indización de documentos. La principal diferencia entre esos sistemas y la ontología es que los primeros mezclan las dimensiones de las rutas de búsqueda con la representación actual del dominio. En particular en los sistemas no hay una noción clara de lo que significa una instancia o una subclase de una categoría. Por ejemplo, la estructura del

directorio de una computadora personal es un sistema de organización de conocimiento, pero no es una ontología, porque siempre se coloca un archivo en una sola carpeta y el sujeto trata de que la estructura de las carpetas correspondan a sus estrategias típicas de búsqueda, sin pretender que sean intersubjetivas, independientes del contexto y categorías abstractas de las cosas.

Por otra parte se tiene que la característica particular de la ontología es que es una noción independiente del contexto de lo que se entiende es una instancia o una subclase de un concepto. Así que en un sistema de organización de conocimiento corporativo se puede colocar la factura de la adquisición de unas baterías de un radio portátil en la carpeta “Radio y TV”, pero en la ontología solo tiene sentido si se hace una distinción muy clara entre las cosas, cosas relacionadas, partes y componentes de esas cosas, los documentos que están describiendo esas cosas y los objetos similares que están relacionados con un tema.

La mezcla entre las rutas de búsqueda y la conceptualización en los sistemas de organización de conocimiento en el pasado se debió a las limitaciones técnicas en el acceso al conocimiento. El mejor ejemplo son los sistemas de clasificación de los libros en las bibliotecas, ya que estaba pensados para asignar un número a cada libro para su ubicación en los estantes y el mantenimiento de índices adicionales era un trabajo excesivamente intenso y susceptible de tener muchos errores, porque era manual. De manera que los clásicos sistemas de organización de conocimiento estructuraban las áreas del conocimiento de acuerdo con rutas de acceso definidas para la recuperación de los documentos o libros y el establecimiento de las categorías no estaban basadas en nociones filosóficas, sino elementos pragmáticos, tales como autor, título y tema.

Lo anterior no quiere decir que el desarrollo de los sistemas de organización de conocimiento sea una labor de menor nivel de sofisticación que las ontologías de ingeniería. El problema es que tienen limitaciones técnicas, rutas de acceso determinadas, que para el tipo de datos, información y conocimiento que existen en los sistemas de administración de conocimiento se constituyen en un obstáculo para su organización y

recuperación. Uno de los casos de éxito basado en el diseño de un sistema de organización de conocimiento fue el uso de las huellas dactilares con fines forenses en la década de 1920. El principal logro no fue establecer que la huellas digitales son únicas y un medio adecuado para la identificación de una persona, sino la construcción de un sistema de organización de conocimiento capaz de comparar rápidamente y de manera automatizada una o más huellas digitales encontradas en la escena de un crimen con un grupo de huellas digitales registradas en el sistema.

Entonces, a pesar de que en la investigación de ontologías en ingeniería se puede aprender mucho de la experiencia de la investigación de los sistemas de organización de conocimiento, no son lo mismo, porque un adecuado diseño de una ontología implica que tenga categorías de objetos intersubjetivas y que sean neutrales del contexto. Sin esos atributos de las categorías de los objetos el potencial de la ontología para una adecuada interoperabilidad de los datos será limitado.

2.6.2 Características de la ontología

De la misma forma que existen múltiples concepciones de la ontología, su caracterización es diversa. Las características presentadas en este apartado se elaboraron en base al trabajo de Lassila y McGuinness (2001), quienes identifican a las ontologías de acuerdo al grado en que su semántica esta formalizada y Oberle (2006), que introduce la idea de combinar varias dimensiones. Derivada de esa combinación se plantean las siguientes seis características.

1. **Expresividad:** es la claridad de formalismo usado para la especificación de la ontología, que puede ser un vocabulario basado en una estructura de texto plano o una ontología ricamente axiomatizada de acuerdo con una estructura lógica compleja. Un mayor nivel de expresividad permite un razonamiento más sofisticado y ayuda para la exclusión de una mayor cantidad de interpretaciones no deseadas, pero requiere de mayor esfuerzo en la producción de la ontología. Además, es más complicado que los usuarios comprendan la expresividad de una ontología, porque necesitan un

mejor conocimiento de lógica y más tiempo, que suele ser escaso. Teniendo como consecuencia que la expresividad incrementa los costos computacionales para el razonamiento.

2. **Tamaño de la comunidad relevante:** la ontología que está enfocada a una audiencia grande requiere tener propiedades diferenciadoras que permitan que sea comprensible para los grupos que la conforman. En una comunidad grande el desafío es que la ontología debe ser fácil de comprender, estar bien documentada y tener un tamaño adecuadamente delimitado. Además, los mecanismos para lograr el consenso en grupos grandes deben ser menos sutiles, porque lo relevante es la cantidad de personas que estén comprometidas con la construcción de la ontología.
3. **Dinámicas conceptuales en el dominio:** la ontología puede ser modificada cada periodo de tiempo, de acuerdo al surgimiento de nuevos elementos conceptuales y a cambios en el significado de los existentes. Sobre todo porque varios dominios esta sujetos a dinámicas conceptuales aceleradas, por la aparición de nuevos elementos y tendencias relevantes, como es el caso de la propia administración de conocimiento. La cantidad de dinámicas conceptuales en el dominio de interés determina la estrategia de elaboración de versiones y también puede limitar la cantidad de detalles de la ontología. Así se tiene que un dominio conceptualmente más dinámico implica mayores dificultades en el mantenimiento de una ontología ricamente axiomatizada y un mayor esfuerzo para su actualización.
4. **Número de elementos conceptuales en el dominio:** una duda que existe es cuál es la dimensión adecuada de una ontología. Las ontologías grandes son más difíciles de visualizar, requieren mayor esfuerzo para su revisión y a veces no es posible usar en ellas razonadores basados en un modelo ontológico que requiere mayor volumen de memoria. Por otra parte, las ontologías de menores dimensiones son adoptadas rápidamente porque son fáciles de visualizar, no es tan complicada su revisión y se pueden usar razonadores. En consecuencia, parece ser que es mejor una ontología

pequeña, pero la decisión depende de los requerimientos de la organización y el dominio en el que se ubica la ontología. Entonces en el caso de organizaciones grandes la solución sería el desarrollo de ontologías por secciones de la organización.

5. Grado de subjetividad en una conceptualización de un dominio:

la cuestión es conocer el grado de divergencia entre diversos sujetos sobre las nociones de un concepto. Hay dominios como la filosofía, antropología y sociología en los que los juicios subjetivos son habituales, a diferencia de áreas como las ciencias naturales y la tecnología en las que la polisemia se disminuye. El asunto es que el grado de subjetividad determina los mecanismos apropiados para el consenso y delimita la especificidad factible de los elementos, porque la probabilidad de desacuerdo provoca que se elaboren definiciones más específicas.

6. Tamaño promedio de la especificación por elemento:

en esta característica se busca establecer hasta qué grado es comprensible la especificación de un elemento promedio. Ya que esta característica influye en el esfuerzo necesario para lograr consenso entre la comunidad, para la codificación de la ontología y para revisar el nivel de compromiso de los actores antes de seleccionar alguna ontología.

Las anteriores características permiten la definición de una ontología, aunque con la condicionante de que hay que tener en cuenta el dominio que busca representar y a la comunidad a la que está enfocada. Indiscutiblemente el aspecto tecnológico es un tema al que se debe prestar atención, porque al no contar con el suficiente poder de procesamiento será difícil que se puedan realizar procesos complejos o albergar una ontología de grandes dimensiones y dinámica.

2.6.3 Contribuciones potenciales de la ontología

En ocasiones existe una expectativa exagerada de lo que puede resolverse con la ontología, pero no son la única solución para todo tipo de problemas relacionados con la representación del conocimiento mediante

la codificación. Hay que tener en cuenta que a pesar de que la ontología es un activo para cualquier organización, su dinamismo requiere un mantenimiento continuo, de manera que hay situaciones en las que la construcción de una ontología para una tarea específica requiere de un esfuerzo mayúsculo que puede resultar menos costoso si se hace la misma tarea recurriendo a otras opciones como las bases de conocimiento, los esquemas XML y los sistemas de organización de conocimiento.

En este apartado se presentan las contribuciones potenciales de la ontología para la mejora en el acceso y uso de los recursos de conocimiento. La relevancia de esas contribuciones dependerá del nivel de formalización de la ontología. Sobre todo se debe tener presente que el potencial de la ontología será de acuerdo con la forma en la que se presenta mediante una modelación conceptual nítida basada en nociones filosóficas y en construcciones léxicas razonables y robustas. Por ejemplo, con una documentación legible para los usuarios o grupos de sinónimos para cada elemento. Debido a esa cuestión se comprende porque la ontología es más viable para nuevos sistemas que para solucionar problemas de sistemas ya existentes y que cuentan con datos con una estructura mínima, en otras palabras optar por una ontología es para el desarrollo desde cero de un sistema.

La ontología tiene los usos presentados en el siguiente cuadro.

Usos de la ontología (retomado de los usos de la ontología identificados en la reunión KRSL de 1994)

Para la comunicación

- entre sistemas de cómputo implementados
- entre humanos
- entre humanos y sistemas computo implementados

Para la inferencia computacional

- para la representación interna y los planes de manipulación y planeación de la información
- para analizar las estructuras internas, los algoritmos, entradas y salidas de los sistemas implementados en términos teóricos y conceptuales

Continúa >>

Para el reuso (y organización) del conocimiento

para la estructuración, organización de bibliotecas o repositorios de planes y planeación y la información de dominio

Usos de la ontología (Gruninger, 2002)

Hay que tener en cuenta que de acuerdo a los usos planteados en el anterior cuadro la ontología ofrece bases para la inferencia computacional y es un apoyo para mejorar la interacción entre los sujetos y entre ellos y los sistemas computacionales implementados. La cuestión es que cuando en la computación se resuelven problemas prácticos, siempre habrá un problema para tener equilibrio entre la inteligencia humana y la inteligencia computacional. Por lo tanto, es importante comprender para que no son buenas las ontologías y cuáles son las razones de esas dificultades. Un ejemplo es cuando las personas ajenas al campo esperan apoyo para enfrentar problemas como conversiones de unidades (pulgadas a centímetros, dólares en euros, precios netos en precios brutos, etcétera) o tienen diferentes puntos de referencia para atributos cuantitativos, pero la actual tecnología de la ontología no tiene la capacidad de manejar conversiones funcionales y la aritmética en general.

También hay que tener en cuenta que varios autores han creado muchas expectativas acerca de que la integración de datos de productos y catálogos en *e-business* podría beneficiarse de las ontologías, como es el caso del mapeo facetado de productos y servicios (Vandic, 2012). El problema radica en que a pesar de que existen diversos prototipos a nivel experimental o experiencias exitosas conducidas por investigadores el impacto práctico es pequeño (Nederstigt, 2014), debido a que la calidad del modelado conceptual de los estándares es limitado, limitando la eficiencia de los mapeos.

Por ejemplo, si se asume que se tiene dos sistemas de clasificación denominados A y B y el sistema A incluye a la categoría “Libros y revistas” y el sistema B uno relacionado denominado “Libros y filosofía”. La única manera posible de mapearlas es que “Libros y filosofía” sea una subclase de “Libros y revistas”. Esa solución no ofrece ninguna ayuda para la reclasificación de los datos almacenados usando el sistema A en el sistema B.

Además, esas dos clasificaciones tendrán cambios sustanciales a través del tiempo y un gran desafío para los usuarios será la clasificación de datos nuevos y no estructurados usando herramientas semi-automatizadas ya que ambos sistemas no serán interoperables a pesar de que en apariencia estén clasificando los mismos elementos. En general, en cualquier tópico en el que la fuente de representación este poco estructurada, la contribución de la ontología será limitada, por lo tanto el desafío es que la fuente de los datos tenga un mayor nivel de estructuración conceptual, para lo que las tecnologías de aprendizaje de máquinas y de lenguaje natural pueden contribuir más que la ontología.

De forma que los investigadores de la ontología han sido excesivamente optimistas en las posibilidades que ofrecía para el desarrollo de sistemas basados en conocimiento, porque soslayaron algunas dificultades técnicas, como que es necesario que las ontologías sean de calidad, se anote la fuente de los datos y se creen mapas completos y correctos. En especial porque el logro de esas características puede ser muy costoso y no necesariamente corresponderán con los beneficios. Una vez establecidas las anteriores delimitaciones sobre la ontología, a continuación se plantean algunas contribuciones potenciales de la ontología.

- Uso de nociones filosóficas como una guía para la identificación de elementos conceptuales estables y reusables: el elemento central de la ingeniería en ontología es el arte y la ciencia de producir modelos conceptuales claros, perdurables y reusables. Con la característica claridad se hace referencia a la selección de modelos conceptuales basados en distinciones bien fundamentadas filosóficamente y que son independientes del contexto de aplicación. Una propuesta relevante para ese fin es la metodología *OntoClean* de Guarino y Welty (Sacchi, 2015). Un ejemplo práctico es la distinción entre los actores y sus roles como que ser estudiante no es una subclase de ser humano, sino un rol, o que una marca y modelo de un producto no es una subclase de un tipo particular de un bien sino una entidad conceptual. Esa claridad de las diferencias entre los objetos incrementa las posibilidades de interoperabilidad de los datos, porque la precisión y sutileza de la representación es lo que

determina el grado de automatización en el uso y acceso a las representaciones del conocimiento. De la misma manera, la claridad mantiene los atributos para cada tipo de objeto y es mucho más fácil si la jerarquía de los objetos está diseñada de esa forma. La claridad de las distinciones conceptuales garantiza que no se pongan en una misma categoría objetos que deben estar separados en otros usos de los mismos datos en futuras aplicaciones y nuevos contextos. En consecuencia la ontología en ingeniería tiene por objeto el desarrollo de mejores modelos conceptuales capaces de intercambiar datos e información.

- Identificadores únicos para elementos conceptuales: en el trabajo de Furnas (1987) se demostraba que la probabilidad de que dos individuos seleccionarán la misma palabra para una misma cosa en la comunicación humano-sistema es menor al 20 %. Este resultado demostraba que en los sistemas no hay un buen acceso a los términos para muchos objetos. Furnas y su equipo de investigación también estudiaron la posibilidad de que dos personas que usan el mismo término tengan el mismo referente, con muy pocos resultados positivos, por lo que sugirieron el uso de sinónimos. Ante esa situación la ontología tiene identificadores únicos para los elementos conceptuales en la forma de un URI, a esto se le denomina efecto del vocabulario controlado de la ontología. Dicho efecto es una contribución importante para la interacción humano-sistema y el uso de la ontología minimiza los problemas provocados por los homónimos y sinónimos en el lenguaje natural. Sin embargo, se debe prestar atención a que el vocabulario no requiere la especificación de los elementos de dominio por medios formales. En especial porque vocabularios bien planteados con grupos de términos y sinónimos cuidadosamente seleccionados pueden servir para el mismo propósito, como las listas de términos. Además, no hay evidencia de que la semántica formal de cualquier ontología sea mejor a esos vocabularios bien diseñados y eficientes y el otro asunto es que el contenido formal exige una mayor participación de los

usuarios para poder tener consensos y garantía de que los términos usados en la ontología sean los comunes en la comunidad.

- Exclusión de interpretaciones no deseadas por medio de la semántica informal: además de presentar identificadores únicos la ontología puede mejorarse si se incluyen definiciones textuales, sinónimos y elementos multimedia como ilustraciones. De hecho, la semántica de un elemento ontológico no solo debe tener especificaciones formales ya que también requiere documentación legible para los humanos. En la práctica se requiere que la ontología defina sus elementos con significados amplios basados en el mundo real, así que se necesitan ontología con clases, en las que la semántica vaya más allá. Así que se deben excluir interpretaciones indeseables al seleccionar cuidadosamente las etiquetas y las definiciones textuales. En el área de la terminología y la lingüística existe bastante experiencia acumulada sobre ese tema, que es de utilidad para la ontología en computación. Ejemplo de ellos es el trabajo de Wüster desarrollado en su tesis de doctorado de 1931, sobre la forma en la que se puede estandarizar el lenguaje mediante la construcción de vocabularios técnicos para minimizar los problemas de interoperabilidad en la tecnología y el comercio en un mundo con un alto nivel de especificidad (Campo, 2012). Los planteamientos y lineamientos de Wüster sobre cómo crear vocabularios consensuados y multi lingüísticos estandarizados para dominios tecnológicos son más específicos y de mayor utilidad que varios de los ejemplos simplistas de ontologías para *e-comercio* en la euforia inicial sobre ontología de finales de 1990 e incluso experimentos recientes, que por la falta de conocimiento terminológico resultan en meros listados de términos funcionales tecnológicamente, pero sin relación con lo que pretenden representar. En consecuencia, el aspecto lingüístico de los proyectos de ontologías resultan en un gran desafío, aunque si se logra enfrentar con éxito, al desarrollar definiciones textuales adecuadas se puede alcanzar el objeto de la ontología. Sobre todo porque cuando se establecen atributos y relaciones de los términos, la especificación de su semántica a través

de axiomas es difícil y a menudo inviable, mientras que las definiciones textuales adecuadamente seleccionadas en la práctica son suficientes para comunicar el significado. Por lo tanto, el aspecto informal de una ontología será mejorado si se incluyen las contribuciones de los lingüistas especializados en terminología y buena parte del objetivo de la ontología se puede alcanzar si se trabaja en base al uso de nociones filosóficas, el establecimiento de identificadores únicos y la exclusión de interpretaciones no deseadas, que no requiere la especificación de los elementos de la ontología por axiomas y tampoco de un razonador.

- Exclusión de interpretaciones no deseadas mediante la semántica formal: como ya se ha comentado en otras partes del libro, buena parte de la investigación en ontología está enfocada al aspecto formal. Incluso hay investigadores que consideran que la formalización de la ontología es el único aspecto relevante de la ontología. La especificación axiomática de los elementos conceptuales tiene varias ventajas ya que con el uso de la lógica formal se logra una formalización precisa y sin ambigüedades a diferencia de lo imprecisas que pueden ser varias anotaciones gráficas. Sin embargo, esta cuestión fue difícil de entender hasta que Brachman demostró que la imprecisión de las relaciones is-a en redes semánticas es sumamente problemática, mostrando que hay que hacer una distinción clara entre los operadores descriptivos o de formación de términos de las oraciones o frases (Brachman, 1983). En un planteamiento cerrado, los axiomas lógicos del elemento de una ontología restringen la interpretación de ese elemento. La mayoría de las oraciones son elaboradas sobre un elemento conceptual por medio de axiomas, que deben ser lo menos erradas posible sobre lo que significan porque algunas de las interpretaciones pueden derivar en contradicciones lógicas. No es incorrecto usar una estructura formal robusta para la especificación de los requerimientos de una ontología, ya que elimina los juicios subjetivos y las diferencias en la interpretación del lenguaje para las especificaciones de la ontología. Varias de las notaciones gráficas que incluyen los diagramas

de relaciones de entidades (**ERDs**) han sido usadas con diversas interpretaciones debido a que los usuarios tienen varios significados en mente, lo que limita el intercambio y reuso de los modelos. Esto no quiere decir que la completa axiomatización es el aspecto más importante de la construcción de una ontología. Si una ontología debe tener mayor o menor formalización dependerá de las ventajas que ofrecerá una mayor axiomatización ante los esfuerzos necesarios para lograrla, ya que el establecimiento de sus significados dependerá no solo de la descripción de la definición axiomática de un elemento conceptual, sino también en alcanzar consenso sobre esa definición axiomática.

- Inferencia de hechos implícitos automáticamente: la definición axiomática de los elementos conceptuales, como ya ha sido descrita con antelación, también permite potenciar las inferencias computacionales, como el uso del componente razonador para deducir hechos nuevos e implícitos. Una contribución importante de esta propiedad, es que reduce la redundancia en la representación de una base de conocimiento y facilita su mantenimiento, porque no es necesario establecer enfáticamente que está especificado en la ontología. Sin embargo, el riesgo es que muchas veces se asume que la inferencia de nuevos hechos mediante la axiomatización usando razonadores es el principal objetivo de una ontología y que sin esto la ontología podría no ser legible para la máquina. Este asunto no es correcto porque el único identificador provisto por los elementos conceptuales únicamente mejora la legibilidad de la máquina, es como cuando se usa un **URI** específico para expresar las relaciones conocidas entre dos individuos, permite que una computadora encuentre, agregue y presente esa oración en cualquier documento en el que están relacionadas dos personas. Ocurre lo mismo con las bibliotecas con bastantes propiedades de tipos de datos en una *eClassOWL*, ya que su semántica formal está restringida a un valor del tipo de dato usado en una oración pero su contenido informativo es bastante rico. En consecuencia la habilidad para usar una computadora para deducir hechos adicionales

basados en el contenido axiomático de una ontología puede ser valioso e interesante desde la perspectiva de la investigación. Pero esta solo es uno de los usos de la ontología de los seis que se están presentando y hasta el momento no se ha analizado de qué forma se puede analizar cuantitativamente.

- Detección de inconsistencias lógicas: un efecto positivo de la especificación axiomática de los elementos conceptuales en una ontología es que incrementan la posibilidad de que los errores en el modelado puedan ser detectados, ya que el motor de la inferencia se robustece para encontrar las inconsistencias lógicas. La cuestión es que a pesar de la valiosa contribución de la especificación axiomática, sus efectos sobre la consistencia de los modelos conceptuales de los dominios requiere de mayor evidencia. Además, hay que tener en cuenta que a través de este método únicamente se detectan las inconsistencias lógicas, pero hay otros errores de los modelos que se mantienen sin ser detectados.

2.6.4 Desafíos en la construcción y uso de la ontología

A continuación se presentan seis de los principales desafíos que se enfrentan en la construcción y uso de la ontología.

1. **Interacción con las mentes humanas:** debido a que la ontología no solo son para la comunicación entre las maquinas, como se pensaba originalmente, ya que son el enlace entre la percepción humana de la realidad y los modelos de aquella realidad registrados en las computadoras. Es crucial que los humanos puedan comprender la especificación de una ontología, en el momento que la diseñan y cuando la usan para anotar datos o para expresar consultas. Este asunto tiene dos ramas:
 - a. Desafío y visualización de la interacción humano-computadora: es sumamente complejo desarrollar técnicas de visualización adecuadas para las ontologías. Ello a pesar de que hay abundantes investigaciones para reusar notaciones de modelado populares, sobre todo en base al modelado conceptual, como **ERM**,

UML, diagramas de clase y **ORM**. La ventaja de esta perspectiva es el alto grado de familiaridad que generan, aunque el riesgo es que los usuarios humanos subestimen las diferencias entre el modelado de los datos y la ingeniería de los datos. En general, mientras más grande sea la ontología y expresivo el formalismo subyacente, será más complicado tener visualizaciones adecuadas de la ontología, porque no serán sencillas.

- b. Interacción entre los lenguajes humanos y la ontología: el lenguaje es el fenómeno más habitual en el que el pensamiento, incluyendo las abstracciones, juicios subjetivos y las categorías de pensamiento es expresado. Desafortunadamente, varios de los investigadores en ontología lo evitan como fuente de información cuando están en el proceso de crear una ontología y como una modalidad para expresar la semántica. Sin embargo, un aspecto crucial para que un proyecto de ontología sea exitoso es su integración con el lenguaje humano.

2. Integración con sistemas de organización de conocimiento existentes: existen una buena cantidad de conocimiento que está almacenado de acuerdo con sistemas tradicionales de organización de conocimiento del tipo clasificaciones jerárquicas estandarizadas, en el caso de *e-commerce eCl@ss* y **UNSPSC** o en medicina el **ICD-10**. Si la intención es usar la tecnología de la ontología para incrementar la interoperabilidad entre múltiples representaciones o incrementar el acceso a los datos existentes, se requiere que la ontología esté vinculada a los sistemas de organización de conocimiento existentes. Además. Al reusar esos sistemas y el consenso que tienen se reduce el esfuerzo en la construcción de ontologías. Varios autores han analizado la complejidad de derivar ontologías del consenso existente a través de tesauros y clasificaciones formales (Gödert, 2015; Kless, 2012; Suominen, 2014) clasificaciones en ontologías ligeras (Wong, 2009) o clasificaciones de productos o servicios en ontologías **OWL** (Lee, 2006; Zdravkovic, 2011).

- 3. Administración de redes dinámicas de significados formales:** debido a que las ontologías no son modelos conceptuales estáticos, sino artefactos que reflejan la gradual comprensión de la realidad, hay dificultades para administrar esas redes dinámicas de significado, lo que puede generar los siguientes problemas:
 - a. Evolución de la ontología: es necesario asegurarse que la ontología se renueva continuamente para que refleje el estado actual del dominio. Además, hay que tener en cuenta que existen diversas áreas del conocimiento que se desarrollan aceleradamente y será complicado una actualización en tiempo real de la ontología.
 - b. Interoperabilidad entre las ontologías: si se cuenta con más de una ontología, el problema de la interoperabilidad de los datos se convertirá en un problema de interoperabilidad entre las múltiples ontologías. El problema puede ser solucionado si se alinean las ontologías de acuerdo a determinados criterios, que pueden ser con grupos múltiples de oraciones de relaciones semánticas con diversos propósitos.
 - c. Integración de la construcción y uso de la ontología: a causa del alto nivel de abstracción de la ontología, frecuentemente es difícil conciliar su construcción y uso. Es deseable que se usen ontologías para la anotación de instancias y la expresión de consultas de manera integral, de acuerdo a la evolución de la ontología, que es un proceso similar al que se sigue en la construcción de un diccionario.
- 4. Infraestructura escalable:** cuando los sistemas de administración de bases de datos relacionales alcanzan un alto nivel de madurez y ofrecen un alto desempeño y escalabilidad, incluso en computadoras personales, se corre el riesgo de que los repositorios de ontologías fallen. Es una cuestión reciente que los repositorios de ontologías con algún grado de soporte de razonamiento han demostrado que pueden trabajar con ontologías grandes o grupos grandes de datos de instancias. Sin embargo, los usuarios no estarán

satisfechos con las fallas que se puedan presentarse en la escalabilidad y desempeño de la infraestructura cuando están adoptando tecnología semántica. Existe dos vías de análisis sobre este asunto: en primer lugar se deben determinar los fragmentos de los lenguajes ontológicos existentes que ofrezcan una combinación atractiva de expresividad y costos computacionales. La premisa principal en esta cuestión es que lenguajes como el **RDF-S** es demasiado limitado para la ontología y el razonamiento **OWL DL** es sumamente complejo para muchos contextos a gran escala, entonces se debe establecer un equilibrio entre ambos. En segundo lugar se debe tratar de combinar los razonadores con las bases de datos relacionales de manera que se alcancen los resultados en términos de escalabilidad y desempeño.

5. **Límites económicos y legales:** regularmente la investigación sobre ontología se enfoca a los aspectos técnicos y pocas veces se toman en cuenta las cuestiones legales y económicas. Sin embargo, ante las implicaciones sociales por los datos e información con la que se trabaja, en especial con la normatividad reciente sobre protección de datos personales, es necesario que se analicen las alternativas para enfrentar los obstáculos o problemas que se deriven de lo económico y legal, en ese sentido existen tres cuestiones.
 - a. Consumo de recursos: hay que demostrar que el alcance de lo que se automatiza y por ende de lo que se ahorra en tiempo, mediante la ontología justifique los recursos materiales, humanos y económicos invertidos en su desarrollo. De acuerdo con esa misma perspectiva, los problemas técnicos que ayuda a resolver la ontología deben ser sumamente complejos y no deben existir otras alternativas menos costosas para que valga la pena desarrollarla.
 - b. Posibles conflictos: la estructura de incentivos económicos y en términos de ahorro de trabajo para los participantes deben ser compatibles con su aportación en el proceso, es importante demostrar que la red involucrada en el desarrollo de la ontología

tendrá beneficios positivos para que los actores estén dispuestos a invertir en ella.

- c. Derechos de propiedad intelectual: varias de las aplicaciones que se requieren para el desarrollo de una ontología han sido desarrolladas bajo estándares ya existentes. Aun cuando los estándares e incluso las aplicaciones sean de código abierto, son objeto de protección de derechos morales, así que se requiere establecer una estrategia que respete el marco legal para poder desarrollar la ontología, de forma que se evite la violación de derechos morales, patrimoniales o comerciales.

6. Experiencia: la ontología es una tecnología que ha sido desarrollada inicialmente en el ámbito de la investigación y existen serias reticencias y limitaciones para un mayor uso aplicado a nivel profesional por la falta de experiencias exitosas. Con la finalidad de librar dichos obstáculos es necesario que se avance en la implementación de más casos para poder tener experiencias y mejores prácticas que permitan tener mayor claridad sobre los costos y beneficios de los nuevos proyectos basados en ontologías.

Los desafíos enunciados en este apartado ayudan a tener un marco de referencia para reconocer cuales son los posibles obstáculos en el desarrollo de una ontología. De acuerdo a lo que se ha planteado en los desafíos es importante que cuando se trabaje una ontología para ser implementada en un ambiente productivo se tenga claridad sobre los beneficios y las características en donde será implementada y sobre todo establecer si el esfuerzo que implica la ontología será benéfico para la organización.

El objetivo del presente capítulo fue plantear algunas cuestiones relacionadas con el desarrollo de los sistemas de administración de conocimiento. En primer lugar se abordó cuáles son sus características y los tipos de sistemas de administración de conocimiento existentes. En segundo lugar el enfoque fue el análisis de la forma en la que se puede estructurar el conocimiento que va a integrarse en el sistema de administración de conocimiento y la forma en la que puede ser de utilidad

para poder evaluar el conocimiento y los flujos que hay en el sistema. En el siguiente capítulo se presentará la propuesta que se desarrolló en esta investigación.

3.

**Herramientas tecno-organizacionales para el análisis
del contenido de sistemas de administración
de conocimiento**



Una vez que se ha hecho la presentación de los elementos organizacionales y tecnológicos en los que se basa el sistema tecno-organizacional, en este capítulo se hará el planteamiento integral del sistema para el análisis y evaluación de la administración de conocimiento. Vale la pena destacar que la denominación sistema se debe a que esta conceptualizado de forma independiente de un sistema de administración de conocimiento, pero puede ser un módulo del mismo.

El sistema debe estar apoyado en dos elementos conceptuales: el conocimiento y el aprendizaje organizacional. Estos elementos delimitan cuales son los aspectos a considerar para la parametrización del sistema, en especial, porque si bien los datos y la información son cuestiones importantes, no son centrales como el conocimiento, en tanto producto, en lo referente al objetivo de esta investigación.

El papel del aprendizaje organizacional es el de ser el medio a través del que se comparte el conocimiento al interior y exterior de la organización. En el caso del sistema que se propone en este trabajo el aprendizaje organizacional está presente cuando se hace el análisis del conocimiento y se derivan nuevas propuestas o se corrigen errores.

3.1 Elementos del sistema

La mayor parte de los sistemas de información recientes tienen la capacidad de generar reportes de ciertos datos estadísticos sobre el comportamiento del grupo al que están dirigidos, sobre todo para control interno del sistema, aunque en ocasiones se hacen públicos para mostrar el impacto que tiene el sistema en el público al que va dirigido. Esos elementos son número de accesos al sistema, tiempo en que el usuario estuvo en el sistema, horario de acceso de los usuarios, etcétera.

Sin embargo, para que se conozcan cuestiones de mayor complejidad que sean de utilidad para la administración del conocimiento es necesario conocer otros datos o información sobre el comportamiento del usuario con respecto a la información y conocimiento almacenado en el sistema, así como la relación entre los contenidos y su estructura. A pesar de que esa información existe de forma tácita en el sistema hay

que parametrizarlo para que se haga explícita mediante los tableros de control del sistema, además de que es importante la forma en la que el usuario del sistema visualiza el análisis de esos datos, información y conocimiento que le facilita la toma de decisiones o de un vistazo le ayuda a reconocer el comportamiento del contenido del sistema.

No hay que perder de vista que el sistema va a funcionar si tiene un buen sustento técnico, que apoya la visión estratégica de la organización, de forma que el sistema siempre va a tener un acompañamiento de los miembros de la organización. En ese sentido, el sistema que se propone es para la conformación de un medio ambiente para el desarrollo de análisis y reportes.

En el análisis se especifica que información y datos son necesarios para lograr que la organización pueda generar conocimiento a partir del sistema de administración de conocimiento. Ya que mediante la implementación de modelos analíticos implementados en los datos almacenados se puede generar información y conocimiento. Además se debe prestar atención a la definición de los requisitos para las aplicaciones, reportes y funciones que serán usadas por los usuarios del sistema, para que sean satisfechas sus demandas con un mayor nivel de sofisticación analítica. Una cuestión que se debe resaltar es que el medio ambiente de análisis y reportes está ubicado entre la parte técnica del sistema y la orientación estratégica de la organización, así que es necesario que los participantes en esta parte del proceso del sistema de administración de conocimiento requieren tener conocimiento de ambas cuestiones, porque deben servir de enlace entre los desarrolladores tecnológicos del sistema y los directivos y líderes de conocimiento de la organización. De manera que a continuación se plantean algunos de los métodos útiles para ubicar el conocimiento de utilidad y prevenir la pérdida de datos, información o conocimiento.

3.2 Selección del método analítico

En primer lugar hay que mapear el proceso de conocimiento, especificando sus requerimientos para proceder a identificarlos con técnicas

analíticas que permitan identificar el conocimiento. Es importante que el mapeo sea de utilidad para que exista un lenguaje en común para el dialogo entre el analista de conocimiento y el líder de conocimiento. En ese sentido, se debe iniciar con la visión estratégica de la organización que dará la pauta para la definición del método analítico que habrá de usarse. Así que el mapeo del proceso de conocimiento debe ser guiado de acuerdo a los siguientes elementos:

1. Determinación de las herramientas analíticas requeridas para el análisis del conocimiento. Hay que establecer qué tipo de herramientas estadísticas, de minería de datos requiere el sistema para encontrar o generar conocimiento. El sistema debe ser capaz de recuperar y presentar el conocimiento pertinente y relevante en forma de lista o tabla, sin incluir alguna interpretación tendenciosa, mediante las técnicas analíticas. A pesar de que la presentación de resultados conlleva un tipo de interpretación, esta será unilateral y los usuarios del sistema son los que están capacitados para darle la interpretación que se traducirá en toma de decisiones o acciones en la organización. La cuestión es que el sistema debe ofrecer respuesta a dudas sencillas del tipo ¿ya se han tenido casos similares? Hasta cuestionamientos de mayor complejidad como ¿Qué tipo de metodología ha usado la organización para resolver determinado problema? En consecuencia, para el análisis se han de usar métodos que analicen el conocimiento cuantitativo y cualitativo.
2. Determinación de la hipótesis que deben dirigir el análisis o el análisis dirigido de datos que permitirá un conocimiento depurado. El proceso de análisis de conocimiento cuantitativo es similar al que se lleva a cabo en la investigación científica, ya que se parte de hipótesis que guían el análisis de los datos, con el propósito de crear conocimiento sobre las correlaciones entre los diferentes factores. Los métodos analíticos dirigidos de los datos tienen el propósito de crear conocimiento sobre algunas de las correlaciones generales, con el objetivo de crear modelos para el apoyo en la toma de decisiones y de acciones. La principal diferencia entre la minería de datos y el análisis exploratorio con respecto de las hipótesis

estadísticas está en cómo se garantiza la calidad de los resultados. La minería de datos no está dirigida teóricamente como la estadística, ya que está guiada por los propios datos. Lo que quiere decir que en el análisis mediante la minería de datos se permite que los algoritmos ubiquen el modelo más óptimo, sin estar restringido por cuestiones teóricas. En este caso la calidad del modelo depende de su desempeño sobre un conjunto de datos en el proceso de validación. La selección de minería o estadística dependerá del volumen y complejidad de los datos, información y conocimiento que se van a analizar y sobre todo de que el resultado sea de utilidad para la toma de decisiones y acciones en la organización.

3. Determinar si el método de manejo de datos tiene el objetivo de examinar las correlaciones entre una variable dependiente determinada y una gran cantidad de otras variables o si el objetivo es identificar diferentes tipos de estructuras de datos. En caso de que se inicie la descripción de una situación en la que se tiene una variable central, debe hacerse mediante un modelo. Por ejemplo, si algún empleado de la organización se involucra en un proyecto sobre determinado asunto debería tener la posibilidad de saber en qué otro tipo de proyectos iguales o similares ha participado la organización, de qué forma lo ha hecho, quienes han estado involucrados en esos proyectos, cuáles fueron los costos de esos proyectos, etcétera, con la finalidad de que pueda realizar el proyecto con una menor curva de aprendizaje y con estimados claros en términos de presupuesto y calendarización de actividades. De acuerdo a lo que ya fue mencionado, la minería de datos mediante técnicas analíticas busca encontrar patrones de los datos. Las técnicas que pueden usarse incluyen la reducción de los datos, que se emplean cuando se cuentan con una gran cantidad de variables y poca información y se requiere reducir la cantidad de variables, sin perder información clave para interpretar y delimitar diferentes tipos de información. Una de las técnicas de utilidad es la de cluster, que agrupa grupos comparables de acuerdo con patrones de datos.

Los resultados trabajados de acuerdo a las técnicas planteadas en los anteriores puntos se deben reflejar en cinco medios en los que se identifica el conocimiento relevante y pertinente para la organización. Los medios para presentar los resultados se describen a continuación:

1. **Reportes ad-hoc:** en este tipo de reportes se da respuesta a dudas sencillas sobre la relación entre algunos componentes, a cuestiones en las que se responde sí o no. Por ejemplo, si se tienen dudas sobre el impacto de una metodología en casos con características específicas. El procedimiento para hacer este tipo de reportes es sencillo y se basa en los requerimientos de los miembros de la organización para el diseño de la tabla con sus requerimientos. La elaboración de este tipo de reportes debe contar con la participación activa de los miembros de la organización, quienes han de definir las necesidades de datos, información o conocimiento. El diseño del reporte requiere atender algunas cuestiones, como la categorización de los receptores de los reportes, la clasificación de los temas que se pueden responder y el establecimiento de líneas de tiempo que pueden abarcar las respuestas.
2. **Reportes actualizados manualmente:** este tipo de reporte regularmente está asociado a determinados proyectos y por eso su tiempo de vigencia es corto. Debido a que responden a la coyuntura del proyecto y que son inviables en términos económicos, no se plantean como un proceso regular. Además, este tipo de reportes son elaborado a solicitud de usuarios que no tienen acceso al sistema de reportes de la organización, desconocen la forma en la que se generan o no saben cómo interpretar los resultados. Por las anteriores razones los reportes actualizados manualmente son tarea de alguno de los miembros del proyecto con apoyo de los responsables del sistema.
3. **Reportes automatizados, bajo demanda:** este es el tipo de reporte que regularmente se elabora en base a los datos, información y conocimiento contenidos en un sistema de administración de conocimiento. La consideración central que guía la elaboración de

estos reportes es que permita que los usuarios del sistema tengan acceso a la gran cantidad de información actualizada regularmente en el sistema. La solución técnica consiste en una interface personalizada para los usuarios, con accesos controlados por nombre y contraseña que asegura que el usuario vea la información que sea relevante para su trabajo y que cualquier tipo de información confidencial o restringida no sea accesible públicamente a través del sistema. Entre las ventajas que tienen estos reportes es que no son estáticos, sino dinámicos, presentando los resultados en tiempo real. Incluso algunos llegan a ser interactivos, ya que permiten que el usuario pueda revisar los elementos sobre los que se basan los resultados o el contexto en el que se sitúan o analizar los resultados desde diversas perspectivas o de acuerdo con varias dimensiones. La visualización de los reportes implica la comunicación entre el diseñador de las tablas que contienen la información y el que hace las interfaces visibles a los usuarios del sistema y regularmente los reportes se presentan en forma de gráficos con la posibilidad de que el usuario pueda hacer análisis de otra naturaleza.

4. **Reportes automatizados por proyecto o evento:** es un tipo de reporte similar al de bajo demanda, con la diferencia de que le envían un recordatorio al usuario en el momento que ya están listos o cuando debe leerlos. El evento que puede detonar la generación de un reporte es que pasado cierto lapso de tiempo se hayan generado demasiados datos sobre ciertos valores críticos o de importancia para el usuario e incluso el aviso se puede presentar como una alerta. En el caso de los reportes de acuerdo con cierto proyecto, se definen ciertos indicadores críticos y determinados usuarios y el sistema le debe avisar a los usuarios cuando hay comportamientos inusuales en esos indicadores. La ventaja de este tipo de avisos es que el sistema contacta directamente con los usuarios directamente involucrados en el proyecto o en el adecuado desarrollo de ciertos indicadores y permite que la reacción sea lo más rápida posible.
5. **Reportes en general:** la información y el conocimiento del sistema de administración de conocimiento no debe estar estática sino

debe ser difundida a los miembros de la organización mediante reportes. Esto significa que una estrategia de conocimiento debe tener en cuenta un grupo de reportes a través de los que se presente información clave para el desempeño y desarrollo de proyectos de la organización. Ello quiere decir que los reportes deben tener en cuenta un área de la organización de manera exclusiva. Además, en la configuración de los reportes debe indicarse quienes son los responsables de registrar, monitorear y corregir el conocimiento en cada área. Así que los reportes son de utilidad para que los subordinados tengan información para el desempeño de sus tareas y los directivos para el seguimiento y la toma de decisiones.

Una vez que se ha establecido las características que deben tener los reportes que va a visualizar el usuario del sistema de administración de conocimiento, en la siguiente sección se detallan las características de los métodos analíticos.

3.3 Métodos analíticos para la generación de reportes

Los métodos analíticos permiten el análisis del conocimiento que está almacenado en el sistema de administración de conocimiento. A pesar de que muchas veces el usuario final no requiere conocer la forma en la que fueron diseñados e implementados. Es necesario que su desarrollo sea realizado de acuerdo al objetivo del análisis, conforme a las características de los datos e información contenido, acumulado y de acuerdo a las funcionalidades del sistema. En esta sección se presentaran los métodos dirigidos por hipótesis, la minería de datos, los métodos exploratorios, la minería de texto y el análisis de redes sociales.

3.3.1 Métodos dirigidos por hipótesis

Cuando se trabaja con este tipo de métodos se hace uso de pruebas estadísticas para examinar las relaciones entre algunas variables como género y edad. El resultado de la prueba será un número entre 0 y 1, resultado con el que hay que tener precaución en la derivación de conclusiones del tipo

de que en la correlación de los datos con los que se cuenta existe una relación entre género y expectativa de vida. Entonces, la regla es que si el valor que se encuentra bajo 0.05, que es 5 %, tiene una probabilidad tan baja de ser incorrecto que permite que se concluya que existe una relación.

Sin embargo, esto significa que si se realizan 20 pruebas entre variables que no tengan relación entre ellas, basados en una perspectiva de promedio es posible mostrar una correlación estadística ($1/0.05 = 20$). Por esa razón, es un requisito que no solo se asegure la relación entre las variables sino que se tenga una idea inicial de la relación. Esto no cambia el hecho de que cada veinte veces que se haga una prueba entre dos variables que no tengan relación entre sí, se va a tener una relación significativa en términos estadísticos. Esta anomalía es una advertencia para estar alertas y remover el conocimiento incorrecto que se pueda estar generando a través de la aplicación de pruebas sin una dirección del resultado que se espera obtener.

Esto quiere decir que cuando se requiere obtener conocimiento sobre un asunto a partir del conocimiento almacenado en el sistema de administración de conocimiento hay que tener un proceso para identificar las variables que se deben incluir en el análisis y las relaciones entre las variables que tienen sentido en la prueba. Ese proceso es ejemplificado en la siguiente figura, en la que las estadísticas de un sistema de administración de conocimiento se enfocan a la identificación de elementos relevantes y las pruebas son para ubicar correlaciones relevantes. De acuerdo a los resultados en los que se identifican las relaciones significativas entre las variables e puede hacer una descripción general que sirva a modo de conclusión sobre el análisis que se haya realizado.

(ver figura en la siguiente página)

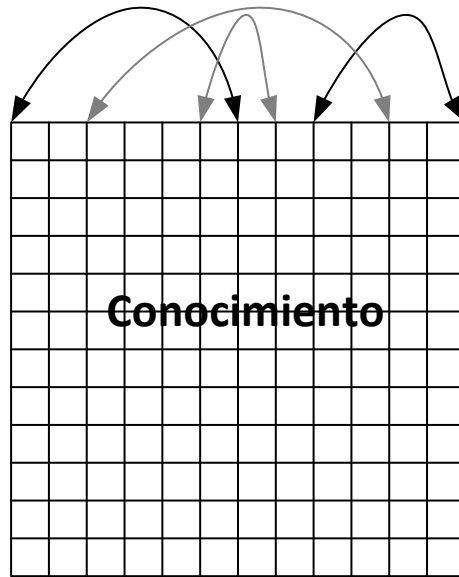


Fig. Muestra de las pruebas entre dos variables. Elaboración propia.

Pruebas con muchas variables

Existen pruebas en las que se hace uso de numerosas variables al mismo tiempo. La ventaja de esas pruebas es que permiten hacer evidente las relaciones entre las diversas variables. Este tipo de pruebas son relevantes cuando en una organización se va a desarrollar un proyecto con múltiples variables, como es el desarrollo de un sistema de inteligencia de las telecomunicaciones para el regulador de determinado país. Se supondría que un sistema de esa naturaleza puede ser desarrollado porque existen las condiciones tecnológicas necesarias y existen varias fuentes de información digitalizada. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta una tercera dimensión, que es el factor humano, tanto a nivel directivo, como operativo. En el caso de los directivos requieren de una visión estratégica sobre el objetivo del sistema, para que sepan que quieren

analizar sobre las telecomunicaciones y los subordinados deben tener el conocimiento para operar un sistema con esas características.

La selección de lo que se va a probar depende de la variable dependiente (es la que se desea conocer algo sobre ella), que en el caso que se puso de ejemplo es el sistema de inteligencia. En la estadística se debe distinguir claramente entre la escala de la variable dependiente, al grado que determina el método que se debe usar para el análisis. Después de hacer cálculos (intervalos de la variable dependiente), que pueden estar en relación con la necesidad de conocimiento sobre la correlación entre un tema y las fuentes de información que existen al interior y exterior de la organización.

La variable de la que se desea tener algún conocimiento debe caracterizarse porque tiene algún sentido su promedio, es decir el resultado de multiplicarla o dividirla. El método más comúnmente usado con ese propósito es el análisis de regresión lineal, que describe la correlación entre el intervalo de una variable y otras variables. Las técnicas de predicción, a través de las que se buscan correlaciones mediante el tiempo, también se pueden ubicar en esta categoría.

Las técnicas de predicción se usan para establecer proyecciones de tendencias y para aprender las correlaciones históricas. Este tipo de técnicas son una herramienta importante para la optimización de procesos, porque permiten saber, basados en indicadores claves del desempeño, como se puede mejorar el rendimiento de los recursos de la organización.

Es posible crear perfiles (variables binarias independientes, que tienen solo dos opciones) usando información del análisis del conocimiento contenido en el sistema, como cuando se requiere saber los logros de los miembros de la organización en el último año. Entonces se ubican las variables que podrían contribuir en la descripción de las diferencias entre el grupo A y el grupo B, en el que el Grupo A y B, respectivamente, son las variables dependientes. Así que la información como edad, género o desempeño pueden ayudar en la descripción de las diferencias entre

ambos grupos. En ese contexto, el método que se usa regularmente es un análisis de regresión binario.

En ocasiones se necesita explicar cómo se clasifican las variables (variables ordinales dependientes) porque se debe conocer más sobre las puntuaciones de satisfacción, que regularmente se denominan “muy feliz”, “feliz”, “neutral”, “infeliz” o “muy infeliz”. Entonces la clasificación de variables se caracteriza por determinado número de respuestas opcionales clasificadas, pero que no pueden promediarse. Ya que a pesar de que varios analistas clasifican las variables de 1 a 5, no es correcto estadística y metodológicamente.

Por ejemplo, si se quiere comprender si un miembro de la organización está satisfecho con su trabajo, es posible buscar la correlación entre género, edad, nivel educativo, trayectoria laboral y entonces se podría calificar su satisfacción laboral usando análisis de regresión ordinal. Un análisis similar podría llevarse a cabo si la intención es analizar los segmentos de los clientes, si se les asigna un valor, entonces pueden ser clasificables.

Por último, si lo que se pretende es comprender algo sobre un grupo, se puede usar una variable nominal dependiente. Posiblemente entre los empleados existan diferencias regionales o únicamente se necesita comprender el comportamiento de ciertos grupos de empleados. Hay que aclarar que las regiones no se pueden jerarquizar inicialmente, no es posible aseverar que Oaxaca está en primer lugar, Chiapas en segundo lugar y Veracruz en tercer lugar. Un análisis se puede enfocar en las diferencias entre los empleados de esos estados y las variables serían género, edad, nivel educativo y trayectoria laboral. En este caso se puede hacer un análisis mediante un modelo lineal generalizado.

3.3.2 Minería de datos

La minería de datos permite ubicar las correlaciones y patrones de los datos mediante técnicas predictivas. Esas correlaciones y patrones son importantes para la toma de decisiones, porque permiten conocer las posibles áreas de mejora u oportunidad para la organización. Mediante el

uso de minería de datos, la organización puede tener conocimiento de diversos factores que influyen en una situación, componentes que con otra forma de análisis no serían evidentes. La minería de datos es un proceso dirigido por los datos y por lo general toma bastante tiempo hacerlo, porque implica la revisión de grandes cantidades de datos y variables para la construcción de los modelos.

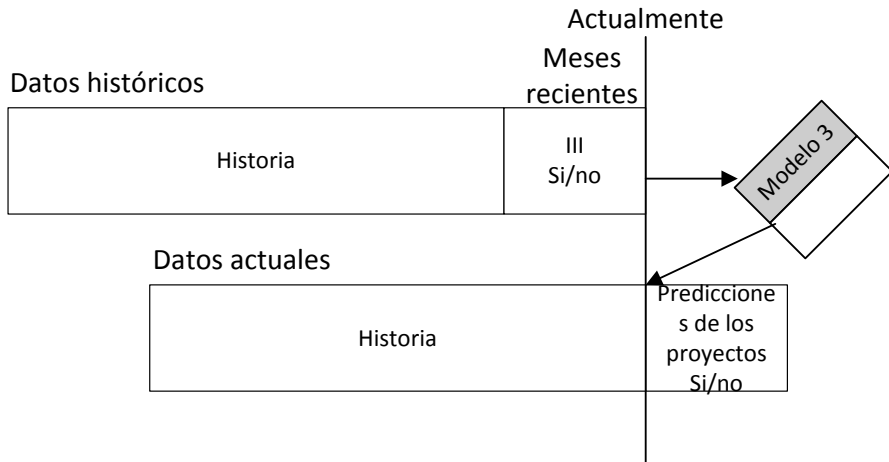
El poder de procesamiento de las computadoras ha mejorado y permite que ese proceso de análisis sea más rápido, aunque existen demandas de otra naturaleza, como la posibilidad de que buena parte del proceso sea de forma automatizada para minimizar el riesgo de error humano y permitir que los analistas destinen esas horas a otras actividades. Para un adecuado desempeño de esta herramienta se debe tener *software* especializado para la minería de datos que es manejado por analistas expertos y no por el personal que administra almacenes de datos convencionales. La inversión en este tipo de herramientas tiene un retorno de inversión rápido y es evidente desde el primer momento en el que se hace uso de la herramienta.

El proceso de minería de datos tiene tres fases: creación de modelos, selección de los mejores modelos y uso del modelo seleccionado. La forma en la que se usa es en el caso de que un administrador de proyectos necesite conocer cuántos proyectos sobre desarrollo de sistemas de información gerencial han sido desarrollados e implementados. La primera fase, creación de modelos, tendrá como propósito ubicar la información histórica sobre la cantidad de proyectos desarrollados e implementados, los equipos de trabajo involucrados, tiempo de duración de los proyectos, infraestructura requerida en los proyectos y costo de los proyectos. Entonces se crean dos grupos: (1) los proyectos en los que solo hubo desarrollo y (2) los proyectos en los que se llegó a la implementación. Mediante ciertos algoritmos, como las redes neuronales, árboles de decisiones, y análisis de regresión binaria, se establecen los perfiles de las diferencias entre ambos grupos, lo que permitirá tener ciertas características de los proyectos de sistemas de información gerencial que han sido desarrollados e implementados. El resultado serán varios modelos, de los

que no se puede afirmar que uno sea mejor que otro, ya que han sido desarrollados de diferentes maneras.

El propósito de la segunda fase, selección de los mejores modelos, es identificar cual es el modelo que podría tener los mejores resultados en una base de datos desconocida. Hay que acotar que la base de datos desconocida debe tener las mismas características que la base de datos en la que se desarrolló el modelo. Eso garantiza que el modelo seleccionado no solo permita una mejor descripción de la base de datos en la que fue desarrollado, sino que también puede generalizarse y aplicarse a otras bases de datos. En el caso de los proyectos de sistemas de información gerencial desarrollados e implementados, el modelo ofrece respuestas sobre las características y tendencias de esos proyectos, también garantiza que el modelo puede ser usado con resultados adecuados en las bases de datos con las que cuenta la organización y podrá ser usado en otras bases de datos en el futuro ofreciendo predicciones eficientes. La forma en la que se pone a prueba el modelo es haciendo que establezca si los perfiles de cada una de las bases de datos desconocida ofrecen información sobre los proyectos de información gerencial desarrollados e implementados. Posteriormente se relaciona esa información con los resultados de las bases de datos históricas, los resultados permitirán ver cuál de los modelos plantean las tendencias generales sobre los proyectos de información gerencial desarrollados e implementados.

Cuando se llega a esta etapa del proceso de minería de datos, ya se comienza a interpretar los modelos. De acuerdo a los diversos tipos de algoritmos será la forma en la que se pueden interpretar los modelos y los datos. De cualquier manera esta fase permite generar conocimiento sobre los problemas o alternativas que tiene la organización, como lo ilustra la siguiente imagen.

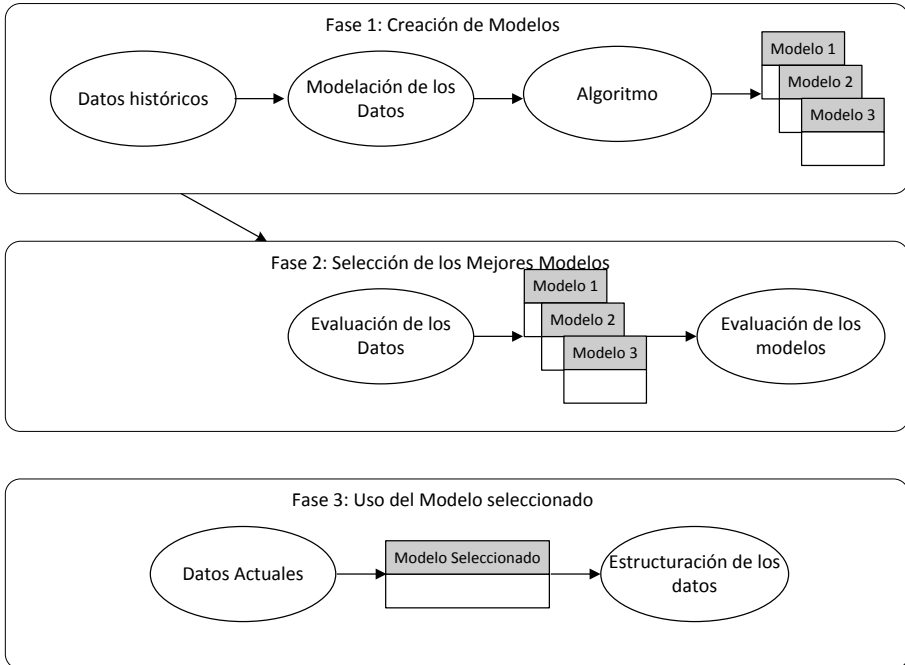


Proceso del uso de los datos históricos para hacer predicciones. Elaboración propia.

En la tercera fase se genera información que haga evidente la correspondencia entre los elementos de los modelos y los datos contenidos en las bases analizadas. En el caso del análisis de los proyectos de sistemas de información empresarial desarrollados e implementados se puede trabajar con una base de datos actual, que debe ser idéntica a las bases de datos históricas, pero de las que sin el modelo no se podría obtener estos resultados, de manera que permita tomar decisiones sobre la forma en la que se debe llevar cabo un proyecto para que tenga un mayores posibilidades de éxito.

El resultado del proceso de la minería de datos es que ayuda a generar conocimiento y nueva información sobre la que se puede tomar decisiones y acciones. En especial porque permite la división de los datos en varios subgrupos, dependiendo del método usado, muchos de ellos no tomados en cuenta al inicio del proceso. Cuando se describe esto mediante nuevas variables que son presentadas en forma de lista al usuario del sistema, entonces lo que se desarrollo fue una abstracción. Esto se debe a que con este tipo de métodos se busca la automatización del proceso de creación de información y conocimiento mediante la implementación del modelo en un grupo de datos con la finalidad de una clasificación y cate-

gorización dinámica de los datos y la acción se ejecuta de forma automática basada en el modelo seleccionado. En la siguiente figura se presenta el proceso de la minería de datos.



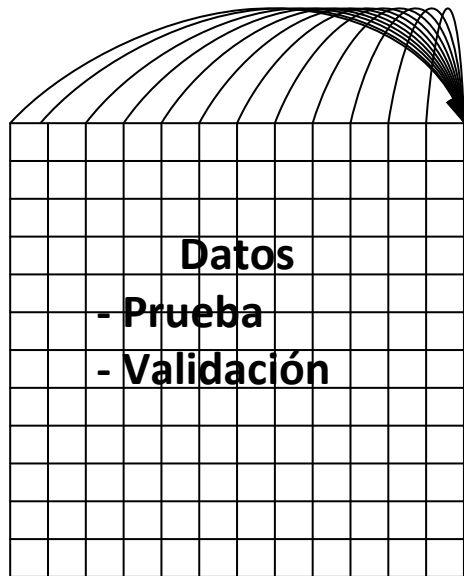
Proceso de la minería de datos. Elaboración propia

Esta es la base de lo que se ha denominado análisis generalizado de negocios, que está construido sobre el análisis de las personas, centrado en su conducta y otro tipo de información, de acuerdo a las necesidades y objetivos de la organización que requiere el análisis.

Algoritmos para la minería de datos

En minería de datos, la tendencia es iniciar con la selección del modelo que podría ofrecer los mejores resultados predictivos sobre un grupo de datos desconocidos, como se observa en la siguiente figura. El propósito

de la minería de datos con una variable central será explicarla. De alguna manera es similar a la prueba estadística, en la que se tiene una variable dependiente y muchas que la explican. La única diferencia es la terminología, en la que minería de datos usa el termino variable objetivo y variables de entrada. Entonces, al igual que en estadística, las variables clave serán con las que se buscara explicar y predecir, y a las que se harán estimaciones, perfiles, clasificaciones y agrupaciones.



Uso de minería de datos sobre un grupo de datos

Las técnicas de minería de datos más usuales son las redes neuronales y los árboles de decisiones. Por lo general, es muy rápido trabajar con las redes neuronales, sin embargo, su desventaja es que son prácticamente imposibles de interpretar y comunicar debido a su alto nivel de complejidad. Los árboles de decisiones son más fáciles de interpretar y tienen la ventaja de que son interactivos, ofreciendo al analista la posibilidad de que pueda adaptar constantemente el modelo, de acuerdo con

las alternativas que tenga en mente para tener mejores resultados. Los árboles de decisión interactivos son similares a los cubos de procesamiento analítico en línea (OLAP) o a las tablas dinámicas, en las que el analista puede profundizar cada vez que lo requiera en las dimensiones seleccionadas. El analista recibe constantemente apoyo estadístico en la forma de información estadística sobre la naturaleza significativa o incidental de las diferencias encontradas.

También se pueden usar diversos tipos de análisis de regresión en la minería de datos. Los métodos regularmente se desarrollan de la misma forma que en estadísticas, pero en la minería de datos, los modelos son evaluados en igualdad de condiciones que los árboles de decisión y las redes neuronales para determinar si son capaces de ofrecer predicciones eficientes en conjuntos de datos desconocidos.

3.3.3 Métodos exploratorios

Algunos de los tipos de métodos exploratorios son la reducción de los datos y el análisis de *clúster*. Una forma complementaria del uso de los modelos exploratorios es dejar que los algoritmos descubran tendencias en los datos. De esa forma serán métodos dirigidos por los datos, pero no existirán variables objetivo para la construcción de los modelos. El desafío es que esta forma de análisis no permite garantizar la calidad de las pruebas sobre los modelos al probarlos en grupos de datos desconocidos.

La garantía de la calidad del proceso recae en la evaluación por parte de los analistas, quienes deben establecer si los patrones resultantes de la aplicación del modelo tienen sentido, que es divergente con la forma en la que se trabaja con estadística, en la que la teoría precede a la prueba. Otra manera de garantizar la calidad de los modelos es dejar que el algoritmo haga el modelo sobre otro grupo de datos similar y si el algoritmo tiene como resultado el mismo modelo entonces se puede concluir que no es una coincidencia que de los datos en combinación con el algoritmo se obtenga el mismo resultado. Una alternativa es dejar que dos algoritmos diferentes analicen un grupo de datos y si producen soluciones

comparables, entonces se puede suponer que no es coincidencia que el resultado de la interacción entre los algoritmos de forma individual y el grupo de datos sean algunos patrones subyacentes.

Reducción de datos

Este método puede parecer demasiado abstracto pero tiene varias ventajas, entre las que se cuenta que se puede tomar toda la información de un gran número de variables y condensarla en una cantidad pequeña de variables. En estadística la reducción de datos es usada en relación con los análisis de la información de cuestionarios, en los que se tiene una gran cantidad de preguntas que ofrecen información sobre un pequeño número de factores. Por ejemplo, un cuestionario con 20 preguntas sobre diversas cosas, permite identificar las dimensiones de los intereses de un determinado grupo de personas sobre algún asunto, para después hacer cuestionario focalizados. Entonces se puede ir de la medición de la satisfacción laboral de los trabajadores usando inicialmente 20 variables para posteriormente identificar las cinco variables que tengan mayor relación con el ambiente laboral en la organización. Las cinco nuevas variables tienen la ventaja de no tener correlación interna. Esa situación es el insumo ideal para un posterior análisis de *clúster*, en el que varias variables proporcionan la misma información (alta correlación) que afectaran el modelo de *clúster* de una forma que no es deseable.

Regularmente la reducción de datos es usada cuando existen muchas variables que contienen poca información relevante en términos de lo que se requiere como resultado del análisis. El uso de este método permite la condensación de la información en un pequeño número de variables, con la intención, de que las nuevas variables contengan un concentrado de información relevante y que permitan resultados positivos. La técnica más popular para la reducción de datos es el análisis de componentes principales que también es llamado análisis exploratorio de factores.

Análisis de clúster

Este tipo de método permite producir segmentos o agrupaciones fáciles de observar en una gran cantidad de datos. Existen numerosas técnicas

para el análisis de clúster que están basadas en algoritmos que permiten combinar los elementos similares. En estadística el análisis de *clúster* usualmente se usa para investigar si existen agrupaciones naturales en los datos, en el que el análisis de caso puede ser usado para analizar los *clústeres* de forma individual. En la minería de datos cuando se usa análisis de clúster mejora la predictibilidad del modelo. Otra razón por la que se usa el análisis de clúster es por la segmentación en sí misma, porque ofrece indicaciones de cómo se pueden hacer algunas divisiones naturales de segmentos basada en información sobre el desempeño de los proyectos de desarrollo e implementación de los sistemas de información gerencial.

En una comparativa entre la reducción de datos y el análisis de *clúster* se tiene que la reducción de datos facilita el proceso de reducir un gran número de variables a uno pequeño. El análisis de *clúster* también simplifica las estructuras de los datos al reducir un gran número de datos crudos a un número menor de segmentos. Esa es la razón por la que estas técnicas regularmente se usan de forma combinada para el análisis de datos.

3.3.4 Procesamiento de lenguaje natural y minería de textos

En tanto que la minería de datos está enfocada al descubrimiento de patrones en datos estructurados, numéricos y categorizados, el procesamiento de lenguaje natural y texto trabaja sobre textos escritos por humanos y por lo tanto en datos no estructurados de la manera en la que están los datos cuantitativos. Hay que señalar que la división entre procesamiento de lenguaje natural y minería de textos es bastante difusa, pero a continuación se tratara de hacer la separación entre ambos tipos de análisis.

El procesamiento de lenguaje natural ha desarrollado diversas técnicas que están basadas en la investigación lingüística, ya que los textos son analizados de forma sintáctica mediante información basada en gramáticas y léxicos formales. El resultado se interpreta de forma semántica y es usado para extraer información de lo que se ha dicho. El procesamiento

de lenguaje está compuesto de análisis profundo y superficial y hace uso de la estadística para desambiguar el sentido de las palabras o los múltiples significados de la misma oración. El objeto de análisis del procesamiento de lenguaje natural puede ser un documento o un fragmento de un texto. Los elementos del procesamiento de lenguaje natural son el análisis morfológico, el análisis sintáctico, el análisis semántico, el análisis pragmático, la planificación de la frase y la generación de la frase.

La minería de textos es un método reciente y que usa técnicas desarrolladas para recuperación de información y minería de datos. Su objeto no es comprender todo o una parte de lo que un autor quiso decir, sino extraer patrones de varios documentos, sin importar si son autoría de uno o más autores. Las áreas de la minería de texto son clasificación automatizada de textos en base a categorías determinadas, clúster de textos, resumen automatizado, extracción de temas de los textos y análisis de tendencias de temas en varios textos.

La utilidad de este método en el análisis de contenido de un sistema de administración de conocimiento está en que permite el análisis automatizado de textos. De esa forma los analistas pueden identificar tendencias temáticas existentes en los informes, proyectos y procesos desarrollados por la organización. En el caso de las organizaciones no hay que olvidar que no toda la información se compone de datos susceptibles de ser analizados de forma estadística, ya que producen una gran cantidad de documentos.

3.3.5 Análisis de redes sociales

Este método tiene su origen en la antropología, a diferencia de varios de los que ya se han presentado que iniciaron en la computación. El análisis de redes sociales analiza redes grandes, complejas y orgánicas, teniendo como elementos básicos nodos y relaciones. La referencia a orgánico es que estas redes se derivan de un proceso natural, mientras que las redes para diseño de semiconductores y las de teoría de gráficos son sintéticas.

El análisis de redes sociales se enfoca en las relaciones entre gente, grupos de gente, organizaciones, países, etcétera. La combinación de esas

relaciones permite la formación de redes. Las ciencias sociales se enfocan en la estructura de los grupos humanos, como las comunidades, organizaciones, mercados, sociedad o el sistema mundial. La estructura social se entiende como una red de relaciones sociales. Los analistas de redes sociales se enfocan a las relaciones interpersonales, entre organizaciones y países, porque a través de ellas se transmiten conductas, actitudes, información o bienes

La metodología de redes sociales permite analizar las relaciones sociales, porque ayuda a conceptualizarlas y analizarlas. La sociometría considera que la sociedad no es una simple suma de los individuos y sus características como los estadísticos asumen, sino una estructura de relaciones interpersonales. La unidad social básica son las relaciones entre los grupos y la sociedad consiste en grupos interrelacionados. Estudia la estructura de pequeños grupos, particularmente las elecciones dentro de esos pequeños grupos, partiendo de preguntas del tipo: ¿A quién seleccionarías como amigo (un colega, consejero, etcétera)? Este tipo de datos se conocen como elección sociométrica, ya que en la sociometría las elecciones sociales se consideran las expresiones más importantes de las relaciones sociales.

El sociograma es una representación gráfica de la estructura de un grupo, en el que se presentan las relaciones entre los miembros del grupo.



Ejemplo de sociograma. Elaboración propia, basado en NodeXL.

Este tipo de análisis se usa porque no se puede asumir una postura previa y porque la base no son modelos estadísticos causales (hipótesis si, entonces). Se parte del supuesto de que la estructura o patrón de relaciones en una red social es significativa para los miembros de la red y para el investigador. En el análisis de redes, las técnicas de estimación son más complicadas de aplicar que en estadística, porque la estructura de una muestra aleatoria rara vez coincide con la estructura de la red global. A causa de que la especificación de los límites de la red afecta su estructura es importante delimitarla cuidadosamente, mediante el uso de argumentos adecuados.

El uso de redes sociales se ha hecho robusto gracias a la mayor capacidad de almacenamiento y poder de los procesadores para el análisis de grandes cantidades de datos. Las aplicaciones del análisis de redes sociales son diversas y no se circunscriben al ámbito de la antropología. En el caso de las organizaciones permite que se tenga una revisión de las relaciones personales y grupales al interior y exterior de la organización, además de que ayuda a que se analicen otros temas, como el impacto de las campañas de publicidad, la percepción de los posibles consumidores de los productos y servicios de la organización o la relación de los temas en los que está involucrada la organización. En el siguiente apartado se presentará el resultado de un análisis temático en el que se usaron la minería de datos y el análisis de redes para el establecimiento de un corpus sobre Tecnología de la Información y la Comunicación.

3.4 Análisis de las TIC

La temática que fue seleccionada fue Tecnología de la Información y Comunicación (TIC), porque es el área de interés de INFOTEC. El primer paso fue la ubicación de los documentos que serían analizados, posteriormente la minería de texto se hizo mediante *VOSviewer* y al final se usó *NodeXL* para el análisis métrico de las redes y la visualización se realizó mediante *Pajek*.

3.4.1 Análisis bibliométrico de TIC

La parte que corresponde al análisis bibliométrico sobre los términos más usados en la investigación de Tecnología de la Información y Conocimiento (TIC), lo que permite derivar cuáles son los temas de investigación de mayor relevancia a nivel internacional y el desarrollo de una ontología de dominio. El análisis se concentró en el 10 % de los artículos de investigación de la cadena de términos en inglés *information and communication technology* más citados, de acuerdo al *Web of Science*. La razón por la que se seleccionó la base de datos de *Web of Science* y no otra como *Scopus*, es que ofrece mayor confiabilidad en la información que presenta, en términos de los datos de los autores, las revistas y el análisis bibliométrico de los documentos que incluye en sus bases de datos.

Los resultados iniciales del análisis realizado el 1 de julio de 2014 arrojaron que habían 51328 documentos (artículos de investigación, ponencias, patentes, reseñas, editoriales, resúmenes, noticias, libros, cartas, correcciones, bibliografías, biografías, reportes de casos y reportes). De acuerdo a dominio del conocimiento los resultados fueron: ciencia y tecnología 34713, ciencias sociales 15440 y artes y humanidades 427.

La búsqueda se restringió a los 2784 artículos de investigación, registrados en los tres dominios de investigación establecidos en el *ISI Web of Knowledge*: Ciencias Sociales (10948), Ciencia y Tecnología (21155), Artes y Humanidades (351). De acuerdo con los resultados los artículos publicados en ciencias y tecnología son el doble de los de ciencias sociales.

Posteriormente se solicitó al sistema el desglose por áreas de investigación y los resultados son los resultados de los 5 con mayor cantidad de artículos fueron (los restantes se desglosan en el anexo): Ciencia de la computación: 5613, Ingeniería: 3208, Bibliotecología y ciencia de la información: 2238, Negocios 2278, comunicación 1494.

Es de resaltar que el primer artículo de investigación sobre TIC registrado es el de Boroosky, IJ (1964) “The comprehensive publication of computer, communications and information technology” En: *Data Processing*.

v. 6, n. 10, pp. 3. El anterior dato implica que el tema comienza a tener presencia de forma explícita a partir de la década de 1960

Los diez artículos con mayor cantidad de citas en TIC son:

Artículo	Cantidad de citas
Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland D J, et al (2002) “Brain-computer interfaces for communication and control”. En: <i>Clinical Neurophysiology</i> . v. 113, n. 6, pp. 767-791.	1768
Kohler, R Tredicucci, A Beltram, F Beere, HE Linfield, EH Davies, AG Ritchie, DA Iotti, RC Rossi, F. (2002) “Terahertz semiconductor-heterostructure laser” En: <i>Nature</i> . v. 417, n. 6885, pp. 156-159.	1456
Blanco, A Chomski, E Grabtchak, S Ibisate, M John, S Leonard, SW Lopez, C Meseguer, F Miguez, H Mondia, JP Ozin, GA Toader, O van Driel, HM (2000) “Large-scale synthesis of a silicon photonic crystal with a complete three-dimensional bandgap near 1.5 micrometres”. En: <i>Nature</i> . v. 405, n. 6785, pp. 437-440.	1115
Desanctis, G., Poole, MS (1994) “Capturing the complexity in advanced technology use - adaptive structuration theory” En: <i>Organization Science</i> . v. 5, n. 2, pp. 121-147.	834
Bathelt, H., Malmberg, A Maskell, P. (2004) “Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation”. En: <i>Progress in Human Geography</i> . v. 28, n. 1, pp. 31-56.	821
Paulraj, AJ Gore, DA Nabar, RU Bolcskei, H. (2004) “An overview of MIMO communications - A key to gigabit wireless” En: <i>Proceedings of the IEEE</i> . v. 92, n. 2, pp. 198-218.	674
Hirschman, KD Tsybeskov, L Duttagupta, SP Fauchet, PM. (1996) “Silicon-based visible light-emitting devices integrated into microelectronic circuits”. En: <i>Nature</i> . v. 384, n. 6607, pp. 338-341	622
Storper, M Venables, AJ (2004) “Buzz: face-to-face contact and the urban economy”. En: <i>Journal of Economic Geography</i> . v. 4, n. 4, pp. 351-370.	550
Argyris, A Syvridis, D Larger, L Annovazzi-Lodi, V Colet, P Fischer, I Garcia-Ojalvo, J Mirasso, CR Pesquera, L Shore, KA (2005) “Chaos-based communications at high bit rates using commercial fibre-optic links”. En: <i>Nature</i> v. 438, n. 7066, pp. 343-346	507

Continúa >>

Artículo	Cantidad de citas
Wolpaw, JR Birbaumer, N Heetderks, WJ McFarland, DJ Peckham, PH Schalk, G Donchin, E Quatrano, LA Robinson, CJ Vaughan, TM (2000) "Brain-computer interface technology: A review of the first international meeting" En: <i>IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering</i> v. 8, n. 2, pp. 164-173	465

Es notable que las temáticas en las que se ubican los artículos con mayor número de citas sean el desarrollo de TIC para medicina, el desarrollo de semiconductores, el uso de TIC en las organizaciones, la aplicación de TIC en geografía, desarrollo de fibra óptica, etcétera.

El análisis bibliométrico ofrece elementos valiosos sobre las tendencias temáticas en la investigación de TIC y reafirma la idea de que las TIC's son un área de investigación sustancialmente transversal, ya que sus desarrollos se pueden implementar en diferentes áreas del conocimiento, al grado que es complicado separar lo del ámbito de la TIC, del área de aplicación, como es el caso de las interfaces cerebro-computadora o los sistemas de información para la administración de las organizaciones. En el siguiente apartado se presentaran los resultados derivados del análisis de texto.

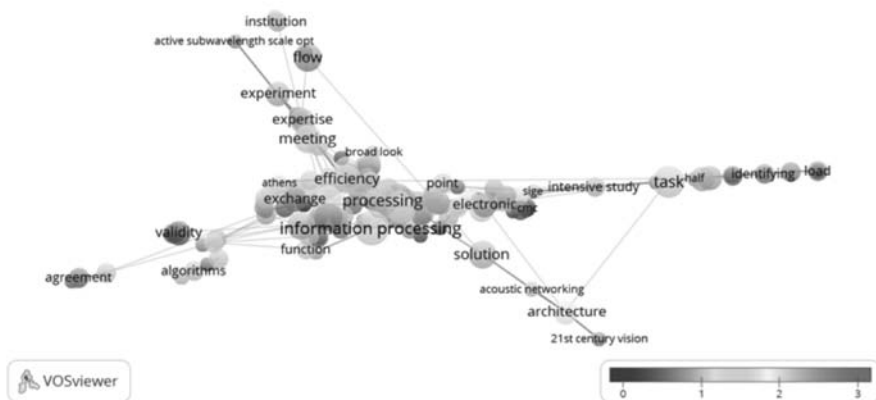
3.4.2 Análisis de texto de las TIC

En la siguiente fase del análisis se usó el *software VOSviewer*, con el que se analizaron los títulos, palabras clave y resúmenes de los documentos recuperados a través de *Web of Science*. El sistema *VOSviewer* permite la visualización del análisis de redes bibliométricas y la minería de textos para la construcción y análisis de redes de concurrencia de términos importantes extraídos de un grupo de documentos de la literatura científica, ya sea *Web of Science* o *Scopus*.

Entre los parámetros seleccionados para el análisis fueron veces citadas, porque la importancia del término no solo se define en función de las veces que fue usado, también se toma en cuenta la importancia de la publicación en la que se usó. Asimismo, en el método seleccionado para el conteo de términos se seleccionó binaria, ya que con ella se analizan

las palabras con el criterio de la importancia del término en la temática del documento, mientras que la completa se concentra en las veces que aparece. En la selección de la visualización de los árboles se optó por seleccionar 1 como las veces mínimas en las que aparece el término, entonces de los 2971 términos ubicados, el sistema selecciono el 60 % (1783 términos) como los términos más relevantes.

El gráfico resultante se presenta a continuación y es relevante que en el sistema resalta procesamiento de la información y procesamiento. Entre los clúster encontramos que esta el encabezado por institución, el de algoritmos, el de arquitectura y por último el de herramientas.



El siguiente paso fue salvar como red el análisis resultante, para que en la siguiente fase se pudieran analizar las métricas.

3.4.3 Análisis de redes sociales de las TIC's

El análisis de redes sociales se realizó mediante *NodeXL* y *Pajek*. En el primero se tuvo como resultado las métricas y en segundo caso los gráficos con un análisis más complejo de la red.

3.4.3.1 Node

El archivo tica.net se cargó en *NodeXL*, que es una extensión de Excel, y se procedió inicialmente a un análisis de clúster, métricas generales, presentación de gráficos, etcétera. Posteriormente se analizaron las métricas de las relaciones de los nodos y sus rangos, las relaciones, las palabras y los temas importantes. El sistema dio como resultado la siguiente tabla con los datos de las métricas generales de la red.

Métricas de los gráficos	Valor
Tipo de gráfico	Indirecto
Nodos	1611
Relaciones únicas	27209
Relaciones duplicadas	0
Total de relaciones	27209
Auto relaciones	0
Componentes conectados	1
Componentes conectados en nodo único	0
Máximo de nodos en un componente conectado	1611
Máximo de relaciones en un componente conectado	27209
Máximo de distancia geodésica (diámetro)	8
Distancia geodésica promedio	3.997956
Densidad del gráfico	0.020980757
Modularidad	0.894764

En el análisis puntual se encuentra que los términos con mayor relevancia, ubicados con un mayor nivel de grado de relación, son:

Análisis automatizado del conocimiento organizacional: revisión conceptual y metodológica de herramientas basadas en TIC para analizar datos e información

Término	Grado	Término	Grado	Término	Grado
Information processing	145	Architecture	78	Data storage	71
Efficiency	128	Chromatic dispersión	78	Insulator	71
Polarization	110	Drive	78	Optical modulator	70
Processing	107	Polarization mode dispersión	78	Dimension	69
Experiment	107	Success	76	WDM	69
Dense wavelength división	86	Waveguide	74	Source	68
Range	85	Microelectronic	73	Solution	68
Optical communication	81	Photonic device	73	Magnitude	68
Demonstration	80	Wave	72	Scheme	67
Requirement	79	Electronic	72	End	66

Los términos que aparecen en el anterior listado principalmente son de tipo tecnológico, en consecuencia en la literatura de TIC se puede considerar que el tema del desarrollo tecnológico continúa siendo central.

El listado de los términos con mayor nivel de entre centralidad es:

Término	Entre centralidad	Término	Entre centralidad	Término	Entre centralidad
Processing	198382.399	Architecture	81687.466	Equipment	57475.021
Information processing	170736.368	Electronic	80403.305	America	57029.898
Wave	124223.583	optical communication	77102.367	Path	56664.000
Communication pattern	118872.815	Worker	75588.095	World	55634.197
Operation	115957.427	Taks	74709.800	Flow	54252.094

Continúa >>

Término	Entre centralidad	Término	Entre centralidad	Término	Entre centralidad
Efficiency	115379.457	Demonstration	71208.306	Range	53007.881
Interface	95107.032	Meeting	68412.103	Polarization	52219.109
Solution	93999.963	Display	65856.000	Requirement	51529.639
Source	86833.703	Dense wavelength division	58163.561	User group	46780.435
Experiment	84658.592	Success	57840.464	Scheme	44296.000

En el anterior listado se presentaron los términos con una métrica que indica que sirven de relación entre extremos. Se puede observar que en este caso los términos que aparecen son una mezcla entre asuntos de administración y tecnológico, de forma que se puede derivar como conclusión que esas principales áreas temáticas de la literatura de TIC.

El listado de términos con mayor Eigen vector son:

Término	Eigen vector	Término	Eigen vector	Término	Eigen vector
Agreement	.017	Intellectual asset	.017	Proprietary information	.017
Assett sharing	.017	Intercompany communication	.017	Quality	.017
Cross functional team	.017	Joint agreement	.017	Resistance	.017
Customer requirement	.017	Key materials supplier	.017	Significant differentiator	.017
Environmental	.017	Management	.017	Success factor	.017
Equipment	.017	Marching order	.017	Supplier	.017

Continúa >>

Término	Eigen vector	Término	Eigen vector	Término	Eigen vector
Formal trust development process	.017	New product development	.017	Supply chain electronic benchmarking network	.017
Functional communication	.017	Performance measurement	.017	Syndrome	.017
Greatest differentiator	.017	Product	.017	Technology information	.017
Human asset	.017	Project team	.017	Top management commitment	.017

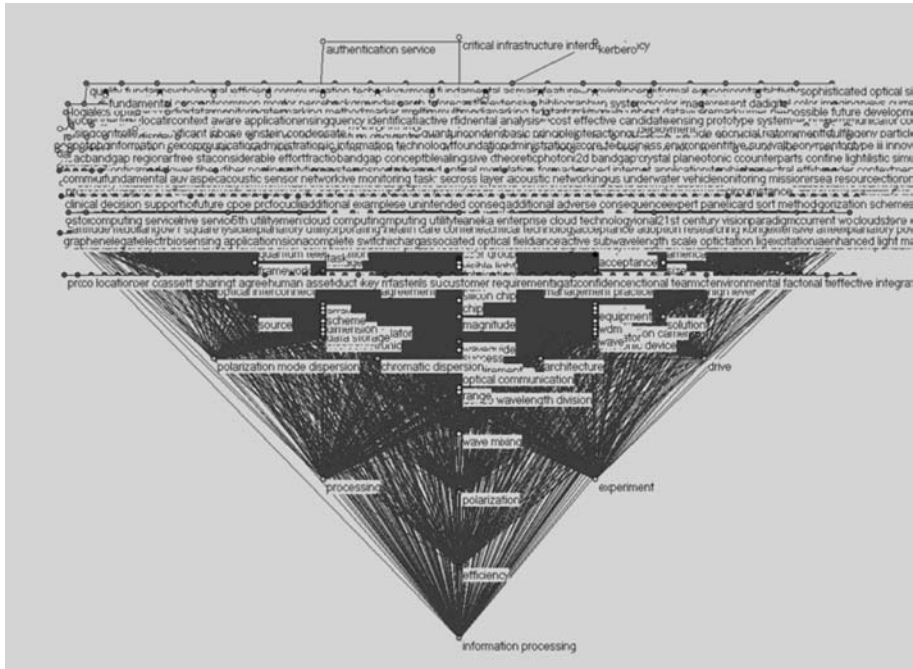
La métrica de eigen vector establece que nodos, en este caso términos, sirven de puente entre los diferentes grupos de nodos. Es notable que los temas asociados a administración son los que son puente entre los grupos de términos, que podría significar, junto con la métrica de centralidad que el asunto de administración es un elemento que permite el desarrollo de la TIC.

El análisis de métricas basado en *NodeXL* de la red de término derivadas del análisis realizado mediante *VOSviewer* permite tener idea de los temas principales, los temas que vinculan extremos temáticos y los que sirven de puente entre grupos de términos de TIC. En la siguiente sección se presentará el análisis de la red temática de TIC basado en *Pajek*.

3.4.3.2 *Pajek*

El análisis de redes mediante *Pajek* permite la exploración de varios nodos y relaciones de una red. En este caso se buscó tener una representación gráfica de los términos relevantes en la red, como se puede observar en el siguiente gráfico.

(ver en la siguiente página)



Red jerárquica de términos de TIC. Elaboración propia, basada en Pajek

La anterior imagen muestra de manera gráfica los principales términos de los artículos con mayor citación sobre TIC en *Web of Science*. Con estos se puede concluir que las herramientas presentadas son de utilidad para el análisis de información. Una de las cuestiones que falta desarrollar es la transferencia automática de estos términos a otro tipo de formatos como XML u OWL.

Conclusiones

En las páginas previas se presentaron los resultados de la investigación denominada “Sistema tecno-organizacional para la evaluación de administración de conocimiento y los sistemas basados en conocimiento”. De acuerdo a la denominación de la investigación el objetivo de la misma fue el desarrollo de un sistema que permitiera la evaluación del conocimiento

en los sistemas de administración de conocimiento. Desafortunadamente, el principal obstáculo que se encontró fue el tecnológico, ya que no existen herramientas diseñadas para la evaluación del desempeño del conocimiento organizacional susceptible de integrarse a los sistemas de administración de conocimiento.

Sin embargo sí se pudo ubicar las características que tienen las herramientas existentes para análisis de datos e información y la forma en la que se puede usar. El siguiente paso es hacer la integración de esas herramientas a los sistemas, pero es un asunto que estaría en la agenda de investigación sobre sistemas basados en conocimiento.

La metodología que se usó fue viable, ya que mediante ella se pudo ubicar las tendencias teóricas, metodológicas y aplicadas sobre el análisis de datos, información y conocimiento en sistemas de administración de conocimiento. En el aspecto empírico resta hacer un análisis enfocado en un sistema de administración de conocimiento, pero es una tarea para una próxima investigación.

En lo referente a la relación conocimiento y aprendizaje organizacional y las implicaciones de su análisis, es notable que el conocimiento es analizado, pero el aprendizaje juega un papel importante para poder entender y contextualizar los resultados del análisis. Indiscutiblemente la relación entre conocimiento y aprendizaje organizacional requiere un mayor análisis, pero para finalizar hay que establecer que la noción de aprendizaje organizacional debe estar en una dimensión cultural y no cognitiva.

Bibliografía

Ackroyd, Stephen (2010) “Critical realism, organization theory. Methodology, and the emerging science of reconfiguration”. pp. 47. En: *Elements of a philosophy of management and organization*. Heidelberg: Springer.

Adelman, L., & Riedel, S. L. (1997). *Handbook for evaluating knowledge-based systems: conceptual framework and compendium of methods*. New York: Springer.

Akbari, K., P., Eslampanah, M., Baharestan, O., & Mohammadi, S. (2012). The study of relationship between organizational structure and strategic knowledge management in Islamic Azad University, Kermanshah Branch. *Management Science Letters*, 2(6), 1921–1930.

Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues. Alavi, Maryam; Leidner, Dorothy E., 25(1), 107–136.

Amaravadi, Chandra s. (2014) “Office information systems: a retrospective and a call to arms”. En: *Journal of Software Engineering and Applications*. 7, 700-712.

Antonacopoulou, Elena P. (2006) “The relationship between individual and organizational learning: new evidence from managerial learning practice”. En: *Management Learning*. 37(4), 455-473

Argote, L. (2013). *Organizational learning: creating, retaining and transferring knowledge*. New York: Springer.

Argyris, C., & Schön, D. (1978). *Organizational learning: a theory of action perspective*. Reading Massachusetts: Addison-Wesley.

Baets, W. R. J. (1998). *Organizational learning and knowledge technologies in a dynamic environment*. New York: Springer.

Becerra-Fernandez, I., & Sabherwal, R. (2010). *Knowledge management: systems and processes*. Armonk: M. E. Sharpe.

Benbya, H. (2008). *Knowledge management systems implementation: lessons from the Silicon Valley*. Oxford: Chandos.

Bhatti, W. A., Zaheer, A., & Rehman, K. U. (2011). The effect of knowledge management practices on organizational performance: a conceptual study. *African Journal of Business Management*, 5(7), 2847–2853.

Boisot, M. H., MacMillan, I. C., & Han, K. S. (2007). *Explorations in information space knowledge, agents, and organization*. Business. Oxford: Oxford University.

Brachman, Ronald J. (1983) “What is-a is and isn’t: an analysis of taxonomic links in semantic networks” En: *Computer*. 16(10), 30-36.

Bush, Vannevar (1945) “As we may think”. En: *The Atlantic Monthly*. (july). Disponible en: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/> Consultado: 29 de abril de 2015.

Calhoun, Mikelle A. William H. Starbuck y Eric Abrahamson (2011) “Fads, fashions, and the fluidity of knowledge: Peter Senge’s ‘The learning organization’”. pp. 225-248. En: *Handbook of organizational learning and knowledge management*. Chichester: John Wiley.

Campo, Angela (2012) *The reception of Eugen Wüster’s work and the development terminology*. Montréal: A. Campo.

Club, Y. R., Branch, Z., Shafieezadeh, E., & Mohammadi, M. (2011). Information Technology and its Deficiencies in Sharing Organizational Knowledge, 2(8), 192–198.

Chen, D.-N., Liang, T. P., & Lin, B. (2010). An ecological model for organizational knowledge management. *Journal of Computer Information*, Spring, 11–23.

Choo, C. W., & Bontis, N. (Eds.). (2002). *The strategic management of intellectual capital and organizational knowledge* (p. 748). Oxford: Oxford University.

Cocchiarella, Nino B. (1991) “Formal ontology”. pp. 640-647. En: *Handbook of metaphysics and ontology*. Munich: Philosophia Verlag.

- Dalkir, Kimiz** (2005) *Knowledge management in theory and practice*. Amsterdam: Elsevier.
- D'Eredita, Michael A. y Charmaine Barreto** (2006) "How does tacit knowledge proliferate? An episode-nased perspective". En: *Organization Studies*.
- Easterby-Smith, M., y Lyles, M. A.** (2011). "The evolving field of organizational learning and knowledge management". pp. 1-20. En: *Handbook of organizational learning and knowledge management*. Chichester: John Wiley.
- Fiedler, M., & Welpe, I.** (2010). How do organizations remember? The influence of organizational structure on organizational memory. *Organization Studies*, 31(4), 381–407.
- Fried, A.** (2010). Performance measurement systems and their relation to strategic learning: A case study in a software-developing organization. *Critical Perspectives on Accounting*, 21(2), 118–133.
- Furnas, G. W., T. K. Landauer, L. M. Gomez y S. T. Dumais** (1987) "The vocabulary problem in human-system communication". En: *Communications of the ACM*. 30(11), 964-971.
- Gallupe, B.** (2001). Knowledge management systems: surveying the landscape. *International Journal of Management Reviews*, 3(1), 61–77.
- Garvin, David A.** (1998) "The processes of organization and management". En: *MIT Sloan Management Review*. 39, 33.51.
- Gherardi, Silvia** (2011) "Organizational learning: the sociology of practice". pp. 43-65. En: *Handbook of organizational learning and knowledge management*. Chichester: John Wiley.
- Gödert, Winfried** (2015) "An ontology-based model for indexing and retrieval". En: *JASIST*. (preprint), 1-16.
- Goncalves Filho, Cid, Rodrigo baroni de Calvalho y George Leal Jamil** (2011) "Market knowlegde management, innovation and product performance: survey in medium and large Brazilian industrial firms". En: *Strategies for knowledge management success: exploring organizational efficacy*. Hershey: Information Science Reference.

Gottschalk, P. (2007). *Knowledge management systems: value shop creation*. Hershey: Idea Group.

Gruninger, Michael y Jintae Lee (2002) “Ontology applications and design”. En: *Communications of the ACM* 45(2), 39-41.

Guadamillas,-Gómez, Fátima y Mario J. Donate-Manzanares (2009) “Knowledge management strategies implementation in innovation intensive firms”. pp. 169-192. En: *Handbook of Research on Knowledge-Intensive Organizations*. Hershey: ISR.

Guarino, Nicola y Giarretta, Perdaniele (1995) “Ontologies and knowledge bases: towards a terminological clarification”. pp. 25-32. En: *Towards very large knowledge bases: knowledge building and knowledge sharing*. Amsterdam: IOS

Handzic, M. (2011). Integrated socio-technical knowledge management model : an empirical evaluation. *Journal of Knowledge Management*, 15(2), 198–211.

Hansen, M. T. (1999). The search-transfer problem: the role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Administrative Science Quarterly*, 44(1), 82–111.

Hecker, A. (2012). Knowledge beyond the individual? Making sense of a notion of collective knowledge in organization theory. *Organization Studies*, 33(3), 423–445.

Heier, H. (2004). *Change paradigms in the setting of knowledge management systems*. Weisbaden: Deutscher Universitat.

Hendriks, P. (1999). The organisational impact of knowledge-based systems: a knowledge perspective. *Knowledge-Based Systems*, 12(4), 159–169.

Husserl, Edmund (1982) *Logical investigations: vol. 2*. London: Routledge.

Iii, H. a. N. (2012). Linking knowledge processes with firm performance: organizational culture. *Journal of Intellectual Capital*, 13(1), 16–38.

Jackson, Paul y Ray Webster (2009) “Knowledge elicitation and mapping: ontology as an instrument of design and organizational learning”. pp. 329-347. En: *Knowledge management, organizational memory, and transfer behavior: global approaches and advancements*. Hershey: Information Science Reference.

Jennex, M. E. (2009). *Knowledge management, organizational memory, and transfer behavior: global approaches and advancements*. Hershey: Information Science Reference.

Kalpic, Brane, Peter Bernus y Ralf Muhlberger (2005) “Business process modelling and its applications in the business environment”. pp. 288-345. En: *Intelligent knowledge-based systems: business and technology in the new millennium*. Boston: Kluwer.

Karalis, T. (2010). Situated and transformative learning: exploring the potential of critical reflection to enhance organizational knowledge. *Development and Learning in Organizations*, 24(1), 17–20.

Kasper, H., Lehrer, M., Mühlbacher, J., & Müller, B. (2013). On the different “worlds” of intra-organizational knowledge management: Understanding idiosyncratic variation in MNC cross-site knowledge-sharing practices. *International Business Review*, 22, 326–338.

Kenney, Martin (2001) “The Temporal Dynamics of Knowledge Creation in the Information Society”. pp. 93-110. En: Nonaka, I., & Nishiguchi, T. (Eds.). (2001). *Knowledge emergence: social, technical, and evolutionary dimensions of knowledge creation*. Oxford: Oxford University.

King, John L. y Susan Leigh Star (1990) “Conceptual foundations for the development of organizational decision support systems”. En: *Proceedings of the Twenty-Third Annual Hawaii International Conference on Systems Science*. pp. 143-151.

Kless, Daniel, Ludger Jansen, Jutta Lindenthal y Jens Wiebensohn (2012) “A method for re-engineering a thesaurus into an ontology”. pp. 133-146. En: *Formal ontology and information systems*. Amsterdam: IOS.

Koskinen, K. U. (2010). *Autopoietic knowledge systems in project-based companies*. London: Palgrave Macmillan.

Krogh, G. Von, & Roos, J. (Eds.). (1996). *Managing knowledge: perspectives on cooperation and competition* (p. 235). London: Sage.

Laukkanen, Ismo (2008) *Knowledge transfer and competence development in complex paper production environments*. Helsinki, I. Laukkanen.

Lai, M., Lin, Y., Lin, L., Wang, W., & Huang, H. (2009). Information behavior and value creation potential of information capital: Mediating role of organizational learning. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 542–550.

Lassita, O. y D. McGuinness (2001) “The role of frame-based representation on the semantic web”. En: *Linköping Electronic articles in Computer and Information Science*. 6(5). Disponible en: <http://www.ep.liu.se/ea/cis/2001/005/> Consultado 28-05-2015.

Lee, Taehee, Ig-Hoon Lee, Suekyung Lee, Sang-goo Lee, Dongkyu Kim, Jonghoon Chun, Hyunja Lee y Junhoo Shim (2006) “Building an operational product ontology system”. En: *Electronic commerce research and applications*. 5(1), 16-28.

Lesser, E., & Prusak, L. (Eds.). (2004). *Creating value with knowledge: insights from the IBM Institute for Business Value* (p. 222). Oxford: Oxford University.

Lipshitz, R., Friedman, V. J., & Popper, M. (2007). *Demystifying organizational learning*. London: Sage.

Mintzberg, H. (1993). *Structure in fives: designing effective organizations*. London: Prentice Hall.

Morales López, Valentino (2012) *Transferencia de conocimiento organizacional: modelo y solución*. México, INFOTEC.

Maier, R. (2007). *Knowledge management systems: information and communication technologies for knowledge management*. Berlin: Springer.

Neches, Robert, Richard Fikes, Tim Finin, Thomas Gruber, Ramesh Patil, Ted Senator y William R. Swartout (1991) “Enabling technology for knowledge sharing”. En: *AI Magazine*. 12(3), 36-56.

Nederstigt, Lennart J., Steven S. Aanen, Damir Vandić y Flavius Frascar (2014) “FLOPPIES: a framework for large-scale ontology population of product information from tabular data in e-commerce stores”. En: *Decision Support Systems*. 59, 296-311.

- Nonaka, I., & Takeuchi, H.** (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation* (p. 304). Oxford: Oxford University.
- North, K., & Kumta, G.** (2014). *Knowledge management: value creation through organizational learning*. Berlin: Springer.
- Oberle, Daniel** (2006) *Semantic management of middleware*. Berlin: Springer.
- Perez-Vega, O.** (2010). *Developing an Organizational Knowledge Management Strategy : the power behind thermodynamics and social networks*. Eindhoven University of Technology.
- Postigo, H.** (2011). Questioning the Web 2.0 Discourse: Social Roles, Production, Values, and the Case of the Human Rights Portal. *The Information Society*, 27(3), 181–193.
- Pugh, Derek S. y David J. Hickson** (2007) *Great writers on organizations*. Hampshire: Ashgate
- Sacchi, Simone** (2015) *What do we mean by “preserving digital information? Towards sound conceptual foundations for digital stewardship*. Illinois: S. Sacchi.
- Schwaninger, M.** (2009). *Intelligent organizations: powerful models for systemic management*. Berlin: Springer.
- Shannon, C. E. y W. Weaver** (1949) *The mathematical theory of communication*. Urbana, University of Illinois.
- Skyrme, D. J.** (1999). *Knowledge networking: creating the collaborative enterprise*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Smith, Barry y Kevin Mulligan** (1982) “Pieces of a theory” pp. 15-110. En: *Parts and moments: studies in logic and formal ontology*. München: Philosophia Verlag.
- Smith, R. F.** (2007). *Business process management and the balanced scorecard: using processes as strategic drivers*. New Jersey: John Wiley.
- Stenmark, D.** (2003). Knowledge creation and the web: factors indicating why some intranets succeed where others fail. *Knowledge and Process Management*, 10(3), 207–216.

Suominen, Osma y Christian Mader (2014) “Assessing and improving the quality of SKOS vocabularies” En: *Journal on Data Semantics*. 3(1), 47-73.

Taylor, F. W. (2003). *Scientific management*. Management. London: Routledge.

Tsoukas, H. (2005). *Complex knowledge: Studies in organizational epistemology*. University Business (p. 414). Oxford: Oxford University.

Turner, G y C. Minonne (2010) “Measuring the effects of knowledge management practices”. En: *European Journal Knowledge Management*. 8(1), 161-170.

Tweedale, Jeffrey W. (2015) “Enhancing the Degree of Autonomy by Creating Automated Components within a Multi-Agent System Framework”. pp. 251-276. En: *Knowledge-Based Information Systems in Practice*. Heidelberg: Springer.

Vandic, Damir, Jan Willem van Dam y Flavius Frasinca (2012) “Faceted product search powered by the semantic web”. En: *Decision Support Systems*. 53(3), 425-437.

Verona, Gianmario y Maurizio Zollo (2011) “The Human Side of Dynamic Capabilities: a Holistic Learning Model”. pp. 536-550. En: *Handbook of organizational learning and knowledge management*. Chichester: John Wiley.

Wells, H. G. (1938) *World brain* New York: Doubleday.

Wong, Wilson Yiksen (2009) *Learning lightweight ontologies from text across different domains using the web as background knowledge*. Australia: W. Y. Wong.

Yang, Chyang y Liang-Chu Chen (2009). “On using organizational knowledge capabilities to assist organizational learning”. pp. 303-319. En: *Knowledge management and organizational learning*. Heidelberg: Springer.

Yu, L. (2007). *Introduction to the semantic web and semantic web services*. Boca Raton, Fl.: Chapman and Hall.

Zdravkovic, Milan, Hervé Panetto, Miroslav Trajanovic y Alexis Aubry (2011) “An approach for formalising the supply chain operations”. En: *Enterprise Information Systems*. 5(4), 401-421.

Análisis automatizado del conocimiento organizacional: revisión conceptual y metodológica de herramientas basadas en TIC para analizar datos e información

pertenece a la Colección Investigación editada por
INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías
de la Información y Comunicación.

En su composición se usaron los tipos ITC New Baskerville Std
de 10/12, 12/16 y 14/17.

El tiraje consta de 300 ejemplares.

La elaboración, producción, diseño, formación y edición estuvo a cargo
de la Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento, **DAIC**.