

# Ciencia y tecnología de la información y del conocimiento al servicio de la ingeniería

**Víctor Hugo Medina García<sup>1</sup>**

**José Nelson Pérez Castillo<sup>2</sup>**

**Jairo Humberto Torres Acosta<sup>3</sup>**

## Resumen

Este artículo da a conocer los resultados de un proyecto de investigación desarrollado en la Universidad Distrital y que ha permitido recopilar el planteamiento de los fundamentos y lineamientos para la definición y creación de una línea de investigación interdisciplinaria, que sustente la implementación de un Doctorado en Ingeniería, cubriendo fundamentalmente el énfasis de su denominación: “Ciencia y tecnología de la información y del conocimiento”, permitiendo la interacción de diferentes disciplinas o áreas de investigación relacionadas con los servicios de la ingeniería, a fin de fortalecer el desarrollo académico y científico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Colombia, la cual a pesar de su amplia trayectoria y reconocimiento académico, paradójicamente adolece de un programa de formación doctoral que facilite y promueva la investigación en el campo de la ingeniería.

**Palabras clave:** Conocimiento, información, ingeniería, tecnología.

## Sciences and technological of information and knowledge at the service of the engineering

### Abstract

The purpose of this paper shows the results of an investigation project developed in the Distrital University and that has allowed to gather the position of the foundations and limits for the definition and creation of an interdisciplinary investigation line that would sustain the implementation of a Doctorate in Engineering, covering the emphasis of their denomination fundamentally: “Science and technology of the information knowledge”, which allows the interaction of different disciplines or investigation areas related to the services of the engineering, with the purpose

of strengthening the academic and scientific development of the Distrital University Francisco José de Caldas Engineering Faculty in Colombia, which in spite of their wide trajectory and academic reconition, paradoxically suffers the lack of a program of doctoral formation that facilitates and promotes the investigation in the field of the engineering.

**Key words:** Knowledge, information, engineering, technology.

## 1. Introducción

La investigación a nivel doctoral en Ciencia y Tecnología de la Información y del Conocimiento (CyTIC), lleva implícito el acercamiento permanente y cada vez más profundo e innovador en modelos y sistemas que tienen que ver con el procesamiento avanzado asociado en los ámbitos del tratamiento digital de señales, la nanotecnociencia, las redes de siguiente generación en el ámbito de la teleinformática, la ingeniería y gestión del conocimiento, la ingeniería de organización incluyendo la dinámica organizacional, la inteligencia organizacional, la inteligencia de negocios y la ciencia y tecnología de la información geográfica, como quiera que la necesidad de la ubicuidad, obliga a la imprescindible localización geográfica del lugar donde quiera que se realice cualquier actividad humana.

Para ello es preciso definir modelos y sistemas viables de implementar. Pero a su vez el concepto de modelo está estrechamente asociado al de sistema. De hecho, la definición a la que se acoge el presente documento es la que concibe un modelo como una representación abstracta de un sistema dado. Es evidente entonces que una definición lo más clara posible de sistema resulta de importancia crítica antes de proseguir con la discusión en torno al uso de los conceptos de modelo y sistema en los ámbitos específicos de interés enunciados anteriormente.

<sup>1,2,3</sup> Miembros del grupo de investigación GICOG de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

## 2. Conceptualización del énfasis en ciencia y tecnología de la información y del conocimiento

La conceptualización sobre éste énfasis, parte de los conceptos más elementales sobre ciencia y tecnología, en los cuales Bunge (1980) como uno de los filósofos más reconocidos de la era moderna, establece que la ciencia aporta formas de saber, y la tecnología, que se apoya en las fuentes de la experiencia, la tradición, las aportaciones de diversas áreas de conocimiento y la reflexión sobre la práctica añade formas de hacer, en las que hay que considerar herramientas: físicas o artefactos, psicológicas o simbólicas o intelectuales (sistemas de representación, lenguajes...) y sociales u organizativas [1].

Relacionando estos conceptos, “Es muy difícil definir la ciencia de la información, sin embargo, no obstante este campo, puede definirse como aquel que investiga las propiedades y el comportamiento de la información, su transferencia de una mente a otra y los medios óptimos para lograrla, en sistemas naturales y artificiales. Finalmente, podemos concluir que la ciencia de la información se relaciona con los efectos de la información sobre las personas y las máquinas” [2].

Proyectando este enfoque hacia el concepto del conocimiento, se puede deducir que la Ciencia del Conocimiento se relaciona con los efectos de la información pero además con las acciones que la mente de las personas logra sintetizar para generar y transferir conocimiento. Por lo tanto, la tecnología se apoya en diferentes mecanismos que permiten que se alcance la ciencia de la información y del conocimiento, específicamente en el campo de la ingeniería.

La tecnología desarrolla, aplica y evalúa; no puede quedarse en un nivel puramente especulativo, debe pasar a la acción, pero además incluye una dimensión investigadora pues debe verificar la efectividad de su aplicación [3]. En este sentido destaca que existe una estrecha interdependencia entre teoría, tecnología y práctica, ya que si bien a partir de un estudio teórico se puede elaborar una tecnología que posteriormente dé lugar a muchas prácticas, desde estas prácticas también se puede iniciar una reflexión y, a partir de la información obtenida, crear nuevo conocimiento y nuevas teorías.

## 3. Áreas de investigación en CyTIC

El esquema de la figura 1, plantea las áreas fundamentales para abordar la investigación en ingeniería, específicamente en el énfasis de CyTIC, las cuales pueden abordarse en forma independiente o interrelacionadas a través de sus características y por medio de lo que se puede considerarse los elementos claves que la soportan como son la información y el conocimiento.

De acuerdo a este esquema, se plantea inicialmente el área relacionada con el procesamiento digital de señales, que permite configurar los elementos claves y transversales en la formación de investigadores en temas tan diversos como las señales de voz, de audio, de imágenes y de video de vital importancia para la construcción e innovación en los campos específicos de la teleinformática, concretamente en las denominadas redes de siguiente generación.

La nanociencia y la nanotecnología definen, la forma como se podrían modelar y construir sistemas avanzados de última generación a nivel de la nanoescala con la expectativa de enormes capacidades de procesamiento que desafían la mente humana y de extraordinario valor para la práctica científica de carácter interdisciplinario en este nuevo y formidable campo de la ingeniería actual. Las denominadas redes de siguiente generación o redes todo-IP, como las denominan otros, son un área im-

La ciencia de la información se relaciona con los efectos de la información sobre las personas y las máquinas.



Figura 1. Áreas de investigación en el énfasis en ciencia y tecnología de la información y del conocimiento. Fuente: Elaboración propia.

La tecnología se apoya en diferentes mecanismos que permiten que se alcance la ciencia de la información y del conocimiento, específicamente en el campo de la ingeniería.

prescindible de investigación y desarrollo para el énfasis que se propone. Por ello es urgente investigar cada día más en su carácter autónomo apoyado en modernas técnicas del aprendizaje automático y lo mejor de la inteligencia computacional.

La ingeniería del conocimiento tiene un extraordinario valor en la construcción de sistemas de inteligentes, que requiere el mundo actual y en particular la sociedad colombiana, ante la imperiosa necesidad de estar inmersa cada día más en la denominada sociedad del conocimiento. La denominada gestión del conocimiento, requiere la ponderación de sus avances y la valoración de sus alcances, de modo que llegue a ser un indiscutible campo de formación de investigadores, conscientes de llevar a las organizaciones colombianas lo más granado del ámbito teórico, que haga posible el mantenimiento de ventajas competitivas, fruto de la innovación y originalidad en este campo.

Las otras áreas, discuten novedosos aspectos de la ingeniería de organización tendientes a apuntalar la investigación en el ámbito corporativo colombiano, de modo que se recojan y se proyecten de manera novedosa e innovativa, los desarrollos actuales en dinámica organizacional, inteligencia organizacional e inteligencia de negocios.

Finalmente, la ciencia y tecnología de la información geográfica, es un campo importante de formación integrante de lo dicho anteriormente dado que se proyectan los aspectos del procesamiento digital de señales al caso específico de los sensores remotos e insitu, se recogen los avances de la teleinformática en el procesamiento avanzado de la información geográfica conocido como telegeoinformática, se usan los conceptos propios de la ingeniería y gestión del conocimiento en el procesamiento semántico e inteligente de la información geoespacial como también los aspectos corporativos atinentes a la ingeniería de organización y que se proyectan a modelos de negocios altamente competitivos en torno a las infraestructuras de datos, conocimiento e información geoespacial.

Estas áreas de investigación asociadas y correlacionadas se describen a continuación en forma más detallada con el fin de comprender su temática y enunciar los campos de acción en los cuales se debe profundizar e investigar.

### 3.1. Procesamiento digital de señales

El Procesamiento Digital de Señales (PDS) dedica su atención al modelado de las señales en forma digital y a los sistemas que las generan, alteran o interpretan. Tener las señales en forma digital resulta conveniente porque permite realizar operaciones más fácilmente que en forma análoga e introduce una nueva cantidad de operaciones que no eran posibles antes. Esta característica ha llevado a buscar nuevos modelos de representación de las señales y nuevas formas de operar sobre ellas. Se han encontrado nuevas maneras de reconocer otros elementos que en el caso del procesamiento análogo no solo sería muy difícil, sino imposible de realizar. Estas razones han llevado al PDS a ocupar un lugar preponderante en el desarrollo tecnológico actual y a destinar recursos muy avanzados para su desarrollo [4].

No se puede desconocer que el procesamiento digital de señales es actualmente un área de grandes inversiones. Las fábricas de dispositivos especializados en este tipo de procesamiento destinan grandes cantidades de dinero para investigación y desarrollo con el objeto de producir arquitecturas más sofisticadas y confiables. Con el advenimiento de la microelectrónica, los dispositivos procesadores digitales de señales incorporan cada vez un mayor número de funciones reduciendo tanto sus precios como el espacio necesario dentro de los equipos.

Sin embargo, como área nueva, aún no se ha desarrollado completamente. Es cada vez más frecuente encontrar, en las revistas especializadas, nuevas herramientas del PDS que permiten un mejor desempeño en el análisis y tratamiento de señales digitales. De hecho, algunas de ellas aún no han sido aplicadas suficientemente en los diferentes campos que puede cubrir. La comunidad científica aún busca soluciones a algunos de los problemas que implican su implantación.

Una de las grandes ventajas del PDS es su amplia cobertura en las ciencias y en la ingeniería. Para tener una idea aproximada de las áreas de trabajo, se mencionan algunos de los temas de investigación no restrictivos, pues es posible que en el futuro aparezcan nuevas áreas de acción o desaparezca el interés por alguna de las que en este momento parece ser importante dada la dinámica del cambio científico y tecnológico:

- Procesamiento de Señales Acústicas
- Procesamiento de Imágenes y de Video
- Instrumentación
- Telecomunicaciones
- Control y Automatización

### 3.2. Nanotecnología y nanociencia

La nanotecnología ha dejado de ser un ambicioso concepto para convertirse en un área de rápidos avances y una ciencia caracterizada por su interdisciplinariedad, de enorme importancia práctica para la humanidad. La visión de Feynman acerca de la nanociencia, proporcionó enorme ímpetu al desarrollo de la nanofísica, la nanoquímica, la nanoelectrónica y la nanotecnología en general [5]. Los dispositivos microscópicos de alta resolución permitieron a los investigadores en la década de 1980 ver átomos individuales sobre superficies y trabajar con ellos según sus necesidades [6]. A continuación se provee una somera revisión del estado del arte en el campo de la nanotecnociencia, como suele llamársele ahora, restringida a examinar de modo específico, su impacto en el ámbito de la ciencia y tecnología de la información.

El estudio de los mecanismos de memoria que operan en los sistemas vivientes a diferentes niveles (bioquímico, inmunológico y neuronal) ha dado ímpetu extraordinario al diseño y fabricación de dispositivos nanoelectrónicos bioinspirados, adecuados para diversas aplicaciones. Las tecnologías a nivel nanoescalar están en condiciones de revolucionar el pensamiento y la inteligencia computacional; extendiendo formidablemente, el poder y los límites de los procesos de computación que gobiernan la inteligencia, los procesos del pensamiento y la adquisición de conocimiento de los seres humanos y de las máquinas.

Los modelos y métodos computacionales actuales proveen bases sólidas para el avance científico y tecnológico, pero estas herramientas no son suficientes para responder los siguientes interrogantes que se plantean a la inteligencia maquina actual: ¿Qué pueden hacer los computadores mejor que los humanos?, ¿Qué pueden los humanos hacer mejor que los computadores? y lo más importante, ¿qué es computable? En las siguientes temáticas se presentan algunas evidencias, en un intento por demostrar que la nanotecnología puede ser de gran valor para asumir los retos de la investigación del futuro:

- Ingeniería de Sistemas de Nano-Computadores.
- Termodinámica de la borradura de información y el concepto de computación reversible.
- La ley de Moore y la nanocomputación.
- Computador visual CNN (cellular neural/nonlinear network) con tecnología de sensores bioinspirados.
- Pensamiento Computacional.

### 3.3. Las redes de siguiente generación

Hablar de redes de siguiente generación implica encontrarse con una multitud de términos referentes a este tipo tecnología a saber: redes todo-IP, soluciones de computación ubicua y redes ad hoc, calidad de servicio en redes IP y MPLS, IPv6 y redes activas, redes de área personal, UMTS o Bluetooth. Algunos las promueven como una forma de disminuir los costos operacionales de infraestructura [7] [8]. En [9] se habla de las capacidades que facilitan estas redes para crear nuevas formas de ingresos de la mano de servicios novedosos y aplicaciones amigables y atractivas de uso.

Una relación con el éxito de redes como UMTS y con la flexibilidad y rapidez de creación de servicios novedosos se encuentra en [10]. Los organismos de estandarización en el marco de las redes de telecomunicaciones han creado grupos de trabajo para especificar los entornos que con llevan las redes de siguiente generación, por ello se creó un nuevo proyecto dentro de la UIT y supervisado por el Grupo de Estudio 13 denominado NGN 2004.

En [11] se dice que las redes de siguiente generación son un concepto para definir y desplegar redes, que debido a su separación formal entre diferentes capas y planos y el uso de interfaces abiertos, ofrecen a los proveedores de servicio y a los operadores una plataforma que puede evolucionar paso a paso, desplegar y gestionar servicios innovadores. Esta definición queda un poco abierta por lo que, como se comenta en [11], se ha hecho un esfuerzo de identificar requisitos básicos comúnmente aceptados sobre las redes de siguiente generación que puedan dar una idea más precisa del concepto, algunos de ellos son:

- Capacidad de enfrentarse con un entorno abierto y competitivo mediante el uso de interfaces abiertos (APIs) que permitan la

La Ciencia del Conocimiento se relaciona con los efectos de la información pero además con las acciones que la mente de las personas logra sintetizar para generar y transferir conocimiento.



creación y operación de servicios.

- Capacidad de satisfacer la demanda de servicios de los usuarios (multimedia, datos, video y telefonía entre otros). Esto implica que las NGN tienen que ser capaces de soportar servicios con y sin requisitos de tiempo real, calidad de servicio, punto a punto o multipunto o diferente tasa de transmisión.
- La provisión de los servicios debe estar desacoplada de la infraestructura de red. Es decir, las funciones de servicio se separan de las funciones de transporte.
- Interoperabilidad con las redes tradicionales de telecomunicaciones como la red telefónica conmutada.
- Soporte del concepto de movilidad en un sentido generalizado (movilidad de terminales, movilidad de usuario y movilidad de servicio).

Dentro de las tecnologías que se han ido abriendo camino en los organismos de estandarización y consorcios empresariales, está la evolución de las redes de telefonía móvil en el entorno IMT-2000. Bajo este paraguas se tienen las normas de grupos como el 3GPP [12] o el 3GPP2. Por otra parte está la evolución de las redes fijas de telefonía hacia una mayor convergencia con redes de paquetes y en especial con redes basadas en el protocolo IP. También pueden incluirse las diferentes tecnologías de redes para el hogar como X.10, LonWorks/LonTalk, EIB, KNX, CEBus, Home Plug and Play y Firewire. Finalmente se encuentran los entornos inalámbricos y redes ad-hoc en los que podemos encuadrar tecnologías como WLAN y Bluetooth. Todas estas tecnologías abren la puerta al despliegue de aplicaciones que requieran mayor ancho de banda, mayor conciencia de las necesidades de los usuarios, ubicuidad y convergencia de medios; y donde se puede investigar en:

- Los servicios en redes de siguiente generación.
- Principios de sistemas orientados a la autonomía en la gestión de servicios convergentes en las redes de siguiente generación.
- Redefinición del tema de convergencia.
- Características importantes de las redes orientadas a la autonomía.
- Computación orientada a la autonomía.
- Redes orientadas a la autonomía.
- Aprendizaje automático y razonamiento.

### 3.4. La ingeniería del conocimiento

A comienzos de 1980 el desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento (KBSs) se veía como un proceso de transferencia del conocimiento humano dentro de una base de conocimientos a implementar. Se suponía que esta transferencia se fundamentaba en el supuesto de que el conocimiento requerido por el KBS ya existía y que justamente tenía que ser recolectado e implementado. Con frecuencia, el conocimiento requerido se obtenía entrevistando expertos respecto a cómo ellos resolvían tareas específicas [13]. Típicamente, este conocimiento se implementó en una cierta clase de reglas de producción que se ejecutaban mediante un intérprete de reglas asociado.

Sin embargo, un análisis cuidadoso de las diferentes bases de reglas de conocimiento mostraron que más los solos formalismos de representación de reglas de producción no soportaba una adecuada representación de los diferentes tipos de conocimiento [14], por ejemplo en la base de conocimiento *MYCIN* el conocimiento estratégico respecto al orden en que las metas debían ser alcanzadas (ej. las causas comunes de una enfermedad) se mezclaba con conocimiento específico del dominio respecto a posibles causas para una enfermedad específica. Esta mezcla de tipos de conocimiento, junto con la carencia de justificaciones adecuadas de las reglas diferentes, hacía el mantenimiento de tales bases de conocimiento fue muy difícil y exigente en el consumo de tiempo. Por lo tanto, este enfoque de transferencia solo fue factible para el desarrollo de sistemas prototipo pequeños, pero que fallaban al producir grandes bases de conocimiento mantenibles y confiables.

Además, se reconoció que la suposición del enfoque de transferencia, que es aquella en la que la adquisición de conocimiento es la colección de elementos de conocimiento ya existente, era errónea, debido al importante rol del conocimiento tácito al querer reproducir las capacidades de solución de problemas de un experto. Estas deficiencias resultaron en un cambio de paradigma del enfoque de transferencia al enfoque de modelado.

En la actualidad existe consenso con respecto al proceso de construcción de sistemas basados en conocimiento considerándolos como una actividad de modelado. Esto significa cons-

truir un modelo de computador con el propósito de lograr capacidades de solución de problemas de modo comparable a un experto de un dominio específico de conocimiento.

No se pretende construir un modelo cognitivo adecuado, es decir similar el proceso cognitivo de un experto en general, sino crear un modelo que ofrezca resultados similares en la solución de problemas en un área de interés. Mientras que el experto puede concienzudamente articular algunas partes de su conocimiento, querrá estar seguro de una parte significativa de este conocimiento puesto que este está oculto a sus propias habilidades. Este conocimiento no es directamente accesible, pero tiene que construirse y estructurarse durante la fase de adquisición de conocimiento. Por tanto este proceso de adquisición de conocimiento no puede verse como la transferencia de conocimiento dentro de una representación computacional adecuada, sino como un proceso de construcción de un modelo. Se destacan las siguientes áreas de investigación:

- La ingeniería de conocimiento como proceso de transferencia.
- La ingeniería de conocimiento como proceso de modelado.
- Ontologías.
- Ingeniería Ontológica y Web Semántica.
- Consideraciones de orden metodológico.
- Balance Crítico.
- Computación flexible y su rol en la concepción y diseño y utilización de sistemas de información inteligentes.

### 3.5. Gestión del conocimiento

La importancia de la gestión del conocimiento, con relación a la economía del conocimiento, es bien aceptada entre la comunidad académica y corporativa internacional. No obstante, el desarrollo de la misma, depende de resolver eficazmente la carencia de integración conceptual que caracteriza esta disciplina en el presente.

La gestión del conocimiento apareció de modo simultáneo al establecimiento de la denominada economía del conocimiento; en la que el capital intelectual más que el físico sería la fuente de riqueza y de poder. La premisa es poner a trabajar efectivamente el capital intelectual en una organización a fin de ganar ventaja competitiva. “Si solo supiéramos lo que conocemos” [15], es una expresión que hace

referencia a que la gestión del conocimiento, captura la noción de la habilidad limitada de sus practicantes para identificar sus recursos intelectuales más importantes y además cómo utilizar dichos recursos de tal manera, que impacten positivamente el desempeño de la empresa a que pertenecen.

Si bien estos principios amplios de la gestión del conocimiento son directos, en contraste el concepto de conocimiento ha sido más bien esquivo, aunque ha sido utilizado profusamente en la literatura referente al tema. Esta es la razón por la que la gestión del conocimiento ha sido denominada peyorativamente como una moda del ámbito de la administración de empresas. Se argumenta que en la mayor parte de la literatura, el conocimiento es sinónimo de información y que la gestión del conocimiento es únicamente una retórica de mercadeo, que puede remplazarse por gestión de información [16]. Además, está el problema de dar sentido a la literatura de la gestión del conocimiento como un todo. Como disciplina, la gestión del conocimiento está repleta de marcos, teorías y definiciones que conjuntamente carecen de cohesión e integración conceptual [17].

En realidad hay evidencias de que la gestión del conocimiento no es otra moda de gestión pasajera, diez años después de que se hiciera popular el famoso término, continúa siendo muy mencionado en la literatura [18]. Adicionalmente, un análisis preliminar revela que la gestión del conocimiento no está siguiendo el mismo ciclo de otras iniciativas como los círculos de calidad, gestión de calidad total y reingeniería de procesos de negocios [19]. Por lo tanto, lo que aquí se expresa se apoya en la esperanza de que la gestión del conocimiento es un esfuerzo útil y que se requiere investigación para alcanzar el nivel satisfactorio de coherencia conceptual respecto a los resultados de investigación, a fin de promover mutua comprensión, integración, consistencia, claridad y focalización dentro de la disciplina. Así mismo, esta investigación debe apoyarse en las suposiciones filosóficas de los distintos entornos de gestión de conocimiento y las implicaciones esbozadas a partir de este análisis. En otras palabras, interpretar la forma en que tales entornos tratan el conocimiento y examinar como afectan su uso en los ámbitos de la investigación y de la práctica. Una suposición clave es que los intereses de conocimiento

to y los mundos de conocimiento son suficientemente amplios para proveer una categorización completa del conocimiento, si bien estas categorías no son mutuamente excluyentes. El establecer una correspondencia entre entornos de gestión de conocimiento y los diferentes intereses de conocimiento permitirá una comparación consistente útil para identificar conceptos comunes y brechas en la construcción de los fundamentos conceptuales de la gestión del conocimiento. De donde podemos investigar en:

- Diferentes perspectivas sobre el conocimiento.
- Taxonomías del conocimiento.
- Intereses de Conocimiento.
- Panorámica de los marcos de gestión de conocimiento.
- Pensamiento Sistémico.
- Discursos Científicos.
- Modelos de Gestión del Conocimiento.
- Plataformas tecnológicas de apoyo a la gestión del conocimiento.
- Hacia los Sistemas de Gestión del Conocimiento

### 3.6. Ingeniería de organización

Las organizaciones son sistemas dinámicos complejos. En cualquier momento, una organización es el resultado de muchas interacciones entre sus componentes activos que a su vez afectan el estado interno de todos y cada uno de los componentes organizacionales. El comportamiento estático y dinámico de una organización es el fruto de estas interacciones a lo largo del tiempo. Nada de esto es nuevo al mundo de la ingeniería. A través de la ciencia moderna, la humanidad ha aprendido a concebir, diseñar, desarrollar, construir, operar y mantener sistemas verdaderamente complejos que incluyen plataformas espaciales, submarinos altamente especializados, plantas nucleares, nanorobots, biodispositivos y juguetes inteligentes. Resulta oportuno abordar todo este conocimiento acumulado por la humanidad, en el terreno de las ciencias sociales y en el mundo real de la experiencia administrativa, con el capital intelectual acumulado en las ciencias naturales y en las transformaciones del mundo real inducidas por las instrumentaciones de la tecnología de la información y de las comunicaciones. Esta integración aplicada a las organizaciones como el objeto del diseño, ingeniería y control es garante de que una organización es simplemente el re-

sultado de las actividades a lo largo del tiempo de sus elementos activos, existiendo dos tipos de elementos físicos en la organización, las personas y las máquinas.

En otras palabras, una organización ejecuta sus acciones a través de procesos, que son el resultado final de secuencias de actividades realizadas a lo largo del tiempo por varios elementos físicos activos de la organización. De tal manera, una organización es simplemente el resultado de la orquestación dinámica de sus recursos activos. Esto de hecho, es una coreografía, que se ejecuta todo el tiempo sin parar.

Una colección de elementos activos es una organización (en contraposición a muchas organizaciones distintas, disyuntas y no unificables) si y solo si existe en algún nivel, una coreografía a ser ejecutada por todos sus elementos. Esta es una organización si y solo si todos los elementos activos conocen un lenguaje coreográfico común, se comunican usando ese lenguaje y a través de las interacciones entre ellos en tal lenguaje común, todos mantienen, según actúan, representaciones internas, idénticas y sincronizadas de dicha organización. En otras palabras, tal organización implica un modelo de sí misma, compartido entre los humanos y las máquinas de la organización, un lenguaje común para comunicarse respecto a la organización y una ontología respecto a la misma [20].

En definitiva, para enfrentarse en el mundo real, con la complejidad de las organizaciones es esencial instrumentarlas para soportar tal vista integrada y que las interacciones dinámicas entre los elementos activos, humanos y máquinas, a través de tal vista integrada se mantengan activas y sincronizadas en todo cerebro humano y todo cerebro maquinal. Enfrentarse con sistemas dinámicos complejos mediante el legendario sentido común, no tiene sentido en el mundo caótico actual. Hacer posible el control dinámico al vuelo de una organización compleja requiere una ingeniería de organización sólida y el control y monitoreo en tiempo real de todos los elementos activos, humanos y máquinas, presentes en la organización. Tomando nota que los humanos no son máquinas, estos tienen libertad y por lo tanto los controles dinámicos requeridos, no son de tipo determinístico, sino más bien biológicos, al estilo de los agentes inteligentes, justo como una orquesta [21]:

- El rol de los modelos empresariales.
- Arquitecturas corporativas como instrumento para el control y la toma de decisiones en la empresa.
- Modelamiento de la dinámica organizacional.
- Modelos basados en agentes.
- Proposición de valor.

### 3.7. Inteligencia organizacional

La noción de inteligencia organizacional se ha popularizado recientemente en los ámbitos académicos y de negocios atrayendo la atención de muchos investigadores y profesionales de diversos ámbitos de la ingeniería. Partiendo de una visión interdisciplinaria la interpretación del término inteligencia organizacional exhibe rasgos de discrepancia situación que ha generado cierto caos en la literatura referente al tema, en donde al respecto se evidencian tres rasgos sobresalientes. Se considera como organización inteligente aquella organización que aprende, que está orientada al mercado y que tiene capacidad de innovación. Cada disciplina tiene su propia terminología para definir la inteligencia organizacional.

En la literatura de gestión estratégica, se explican las variaciones en el desempeño entre compañías a partir de la vista con base en los recursos de la misma. Se considera que aquellas empresas que poseen recursos únicos e ilimitados sobreviven o tienen mejor desempeño en el mercado competitivo [22]. La base de conocimiento de una organización son sus recursos, noción que ha estado en el corazón de la mayor parte de discusiones recientes entorno a los conceptos de gestión de conocimiento [23], creación de conocimiento [24] e inteligencia organizacional [25]. Estos conceptos explican la relación entre conocimiento organizacional y ventaja competitiva. Aquellas organizaciones que tengan sistemas de gestión de conocimiento efectivos proporcionándole ventajas competitivas con base en el conocimiento sobre sus competidores se consideran organizaciones inteligentes.

El concepto de inteligencia organizacional usa las teorías del aprendizaje organizacional y de la orientación al mercado además de la inteligencia individual como plataformas para proveer una visión respecto a cómo las organizaciones pueden adquirir, diseminar y utilizar información y respondiendo a esta facilitar y crear ventajas competitivas.

Los investigadores que exploran los determinantes y consecuencias de la inteligencia organizacional están interesados en la estructura, la cultura y la estrategia organizacional como los determinantes y el desempeño organizacional, la ventaja de productos o las características del producto como las consecuencias. También puede argumentarse que aún más importante es el efecto moderante de la turbulencia del mercado en la relación entre inteligencia organizacional y creatividad de productos. Además, existe un enorme volumen de investigación sobre inteligencia a nivel organizacional.

Los investigadores, indican que comprender los factores que afectan la inteligencia en el proyecto de desarrollo de productos y a nivel de equipo de trabajo pueden proveer un valioso complemento.

- El trasfondo teórico sobre inteligencia organizacional
- Hipótesis de trabajo:
- Memoria organizacional
- Diversidad funcional
- Creatividad de nuevo producto

### 3.8. Inteligencia de negocios

La Inteligencia de negocios, es un término que acuñado por Howard Dresner del Grupo Gartner en 1989 y que se mantiene a la fecha como una iniciativa importante para el desarrollo empresarial. Por lo general, la mayoría de las herramientas de inteligencia de negocios se apoyan en las bodegas de datos y en el software para el análisis de los mismos. Como elementos de soporte a la toma de decisiones [26], las herramientas de inteligencia de negocios gravitan demasiado entorno a los datos, y la toma de decisiones se hace sobre la base de los reportes del análisis de los mismos. Cuando aparecen nuevas tareas, las herramientas tradicionales de inteligencia de negocios acuden a los datos almacenados en bruto en las bodegas de datos e intentan producir un informe, luego de un tiempo de procesamiento usando procesamiento analítico en línea, minería de datos y otro software de análisis de datos. Dicha toma de decisiones no es eficiente cuando surgen nuevos problemas.

Con el propósito de mejorar la eficiencia de los sistemas de inteligencia de negocios, es preciso buscar soluciones que permitan transformar los datos en información y generar técni-



cas de gestión de conocimiento para manejar tal información y apoyar la toma de decisiones.

Por otra parte las compañías actualmente se orientan más a los procesos que en el pasado [27] y los sistemas de apoyo a la decisión de reciente aparición, pretenden ayudar a las empresas a mejorar la velocidad y la efectividad de sus operaciones de negocios. Esto ha llevado a introducir el concepto de gestión de procesos en los sistemas de inteligencia de negocios con la capacidad de lograr la toma de decisiones orientada a procesos. Los procesos almacenados con base en modelos de procesos son flexibles y reutilizables. Gracias al uso de tecnologías de razonamiento basadas en casos, los procesos más similares serán recuperados y presentados al ente decisorio cuando se solucione un nuevo problema. Con la asistencia de implementación de conocimiento y reutilización de procesos del negocio la eficiencia en la toma de decisiones en sistemas de inteligencia de negocios puede mejorarse cuando se realicen nuevas tareas.

- Gestión del conocimiento en sistemas de inteligencia de negocios.
- Reutilización de procesos basados en conocimiento para la toma de decisiones.
- La nueva fase de la inteligencia de negocios operacional.

### 3.9. Ciencia de la información geográfica

En enero de 1999, la National Science Foundation, definió la “Ciencia de la Información Geográfica (GIScience) como el campo básico de investigación que pretende redefinir conceptos geográficos y su uso en el contexto de sistemas de información geográfica. Por otra parte, la GIScience examina los impactos de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) sobre el individuo y la sociedad y a su vez las influencias de esta última sobre los primeros. Reexamina temas fundamentales en campos tradicionalmente orientados espacialmente tales como la geografía, la cartografía y la geodesia, mientras que incorpora los desarrollos más recientes en ciencias cognitivas y de la información. Además se traslapa y conforma a partir de campos especializados tales como las ciencias de la computación, la estadística, las matemáticas y la psicología contribuyendo simultáneamente al progreso en dichos campos. Soporta la investigación en ciencias políticas y antropología y apoya estudios relativos a la información geográfica

y de la sociedad” [28]. Relacionando la Ciencia de la Información Geográfica y la Ciencia de la Información, en 1989, el Centro Nacional para el Análisis y la Información Geográficas (NCGIA) dictaminó como ámbitos de estudio los siguientes: Análisis espacial y estadística espacial; relaciones espaciales y estructuras de bases de datos; inteligencia artificial y sistemas expertos; visualización; aspectos sociales, económicos, e institucionales

Desde hace 10 años, el Consorcio Universitario (UCGIS) [29], y el Proyecto Varenius definieron diferentes prioridades de investigación, las cuales mencionamos como fundamentales para avanzar en esta área:

- Integración y adquisición de datos espaciales.
- Computación distribuida.
- Extensiones para la representación geográfica.
- Cognición de la información geográfica.
- Interoperabilidad de la información geográfica.
- Escala.
- Análisis especial en entornos SIG.
- El futuro de la infraestructura global de la información espacial.
- Incertidumbre en datos espaciales y análisis basados en SIGs.
- SIG y sociedad.
- Modelos cognitivos del espacio.
- Métodos computacionales para la representación de los conceptos geográficos, interoperabilidad, ontología de campos, descubrimiento de conocimiento geográfico y minería de datos.
- Geografías de la sociedad de la información.
- Telegeoinformática.

## 4. Conclusiones

El énfasis y la línea de investigación que se ha planteado, muestra la consolidación de diferentes áreas de investigación interrelacionadas, que permitirían apoyar diferentes alternativas de solución a las problemáticas sociales y tecnológicas en la denominada Sociedad del Conocimiento, para lo cual además de este estudio se requiere explorar en la práctica los mecanismos que faciliten el progreso científico y de mejora de la competitividad.

Se concluye también, que la disposición, difusión y uso de las tecnologías de la información

y las comunicaciones (TICs), además de ser el centro de transformaciones sociales alrededor del mundo, facilitan los diferentes procesos de desarrollo, investigación e innovación en las organizaciones. Los países en desarrollo en particular están siendo alentados en la actualidad para que inviertan en infraestructura nacional de tecnología de información y comunicación para que puedan experimentar los beneficios futuros esperados, tanto sociales como económicos. Por lo tanto, la definición y estructuración de estas áreas de investigación, permite establecer que el campo de la ingeniería contribuye especialmente a la formación de investigadores y científicos que constituirán el talento humano (capital intelectual) en los campos específicos de la ingeniería como los propuestos anteriormente.

## Referencias bibliográficas

- [1] Bunge, M. *Epistemología*. Barcelona. Ed. Ariel. 1980.
- [2] Shuman, B. A. *Foundations and Issues in Library and Information Science*. Englewood, Colorado: Libraries United Inc. 1992.
- [3] Bartolomé, A. *Proyecto docente de Tecnología Educativa*. Barcelona: Universidad de Barcelona. 1988.
- [4] Proakis, J.G. Manolakis, D.G.. "Digital Signal Processing: Principles, algorithms and applications". Prentice-Hall, Inc. 1996
- [5] Feynman, R. "There's plenty of room at the bottom", *Science*, vol. 254, pp. 1300-1301, 1991.
- [6] Dutta Majumder, D., Banerjee, R. Ulrichs, Ch., Mewis, I. Samanta, A. Das, A., Mukhopadhyay, S. K Adhikary S. and Goswami, A. "Nano-fabricated Materials in Cancer Treatment and Agri-biotech Applications: Buckyballs in Quantum Holy Grails," *IETE Journal of Research*, Special Issue on Nanoscience, September- October 2006.
- [7] Proyecto Eurescom 1109: Next Generation Networks - technologies and products for fast service development. Eurescom 2001.
- [8] Falcarin, P. y Licciardi, C. A. "Analysis of NGN service creation technologies. Eurescom P1109. 2001.
- [9] Wireless World Research Forum. <http://www.wireless-world-research.org/>. Fundada en agosto de 2001.
- [10] Grech, M.L.F. y Unmehopa, M.R. "Using Open Service Access to Enable Mobile Internet Applications in UMTS Networks". 3G Mobile Communication Technologies. 26-28, Marzo 2001. IEE 2001.
- [11] Cochenne, Jean-Yves France Telecom R&D. "Activities on Next-Generation Networks under Global Information Infrastructure in UIT". IEEE Communications Magazine. July 2002.
- [12] Grupo de estandarización. "Third Generation Partnership Project". <http://www.3gpp.org>. Creado en diciembre de 2001.
- [13] Musen, M.A. An Overview of Knowledge Acquisition, in: J.-M. David et al., eds., *Second Generation Expert Systems*, Springer-Verlag, 1993.
- [14] Clancey, W.J. The Epistemology of a Rule-Based Expert System - a Framework for Explanation, *Artificial Intelligence* 20, 215-251. 1983.
- [15] Davenport, T. H., & Prusak, L. *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press. 1998.
- [16] Wilson, T. D. The nonsense of knowledge management. *Information Research*, 8(1), <http://informationr.net/ir/8-1/paper144.html>. 2002.
- [17] Guo, Z., & Sheffield, J. *Habermasian Inquiring Systems: Toward a general framework for knowledge management research*. Paper presented at the Thirty-Ninth Annual Hawaii International Conference on System Sciences. 2006.
- [18] Peachy, T., & Hall, D. *Knowledge management and the leading IS journals: An analysis of trends and gaps in published research*. Paper presented at the 38th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA. January 3-6, 2005.
- [19] Ponzi, L. J., & Koenig, M. Knowledge management: another management fad? *Information Research*, 8(1), <http://informationr.net/ir/8-1/paper145.html>. 2002.
- [20] Schmidt, B. "Human Factors in Complex Systems, The Modelling of Human Behaviour," *Proceedings 19th European Conference on Modelling and Simulation*, Riga, Latvia. 2005.

- [21] Situngkir, H. "Emerging the Emergence Sociology, The Philosophical Framework of Agent-Based Social Studies," *Journal of Social Complexity*, Vol. 2, March 2003.
- [22] Conner, K. R., & Prahalad, C.K. "A Resource-Based Theory of the Firm: Knowledge versus Opportunism," *Organization Science*, 5: 477-501. 1996.
- [23] Hedlund, G. "A Model of Knowledge Management and the Nform Corporation", *Strategic Management Journal*, 15: 73-90. 1994.
- [24] Nonaka, I., and Takeuchi, H., *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press, NY. 1995.
- [25] Choo, Wei Chun, *Information Management for the Intelligent Organization: The art of Scanning the Environment*. Information Today Inc. Medford NJ. 2000.
- [26] Power, D. J. "A brief history of decision support systems," *DSS Resources COM*, World Wide Web, <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>, version 2.8, May 31, 2003.
- [27] Baina, K. Tata, S. and Benali, K. "A model for process service interaction," in *Proceedings 1st Conference on Business Process Management*, Eindhoven, The Netherlands, 2003.
- [28] Goodchild, M. F. Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1):31-45. 1992.
- [29] Brown, D. G., Elmes, G., Kemp, K. K., Macey, S., and Mark, D. Geographic information systems and science. In Gaile, G. and Willmott, C. (Eds), *Geography In America*. In press. 2002.

## Víctor Hugo Medina García

Doctor en ingeniería informática, Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid. Magíster en informática, Universidad Politécnica de Madrid. Especialista en marketing, Universidad del Rosario. Ingeniero de Sistemas, Universidad Distrital. Se desempeñó como: Director de Sistemas en la CAR, System Engineer en Computer Associates y en Cullinet Software en Madrid, Director del SIE en Innotech, coordinador del postgrado en Gerencia Informática en la EAN. Y docente en la Universidad EAFIT. En la Universidad Distrital fue coordinador de la especialización en Ingeniería de Software, la especialización en Teleinformática, la maestría en Sistemas de Información. Director del Centro de Relaciones Interinstitucionales. Actualmente se desempeña como profesor en la Universidad Distrital y es investigador del grupo GICOGÉ reconocido por Colciencias. Es profesor asociado de la Universidad Pontificia de Salamanca campus de Madrid y profesor invitado en la Universidad de Oviedo. [vmedina@udistrital.edu.co](mailto:vmedina@udistrital.edu.co)

## José Nelson Pérez Castillo

Doctor en informática Universidad de Oviedo. Magíster en teleinformática, Universidad Distrital. Especialista de 2º Grado en SIG, teledetección y cartografía, Universidad de Alcalá. Especialista en Sistemas de Información Geográfica e Ingeniero de sistemas, Universidad Distrital. Actualmente es profesor titular de la Maestría en ciencias de la información y las comunicaciones de la Universidad Distrital. Profesor invitado de la Universidad de Oviedo y de la Universidad Pontificia de Salamanca campus de Madrid. Director del grupo de investigación en comunicaciones, informática y gestión del conocimiento - GICOGÉ reconocido por Colciencias. Autor de numerosos artículos en revistas indexadas y eventos nacionales e internacionales.

## Jairo Humberto Torres Acosta

Doctor en Ciencias Técnicas de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba. Magíster en investigación de operaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México. Especialista en ingeniería de producción e ingeniero industrial de la Universidad Distrital. Profesor a nivel de pregrado y posgrado. Ha publicado cuatro libros en el área de Ingeniería de Manufactura y Costos. Profesor invitado de la Universidad de Oviedo y de la Universidad Pontificia de Salamanca campus de Madrid. Presidente de la empresa JHTA Inversiones y director Senior de la empresa SEIP LTDA.