

DOI: 10.5748/9788599693124-13CONTECSI/RF-3911

KNOWLEDGE BASES -

Néstor Manuel Garzón Torres (Ingeniero de sistemas, Esp. Ingeniería de software, docente Universidad Autónoma de Colombia) - nestormg@gmail.com

Luis Carlos Torres Soler (Matemático, MSc. Ingeniería de Sistemas, MA. Ciencias de la educación, docente-investigador, docente Universidad Autónoma de Colombia) - lctorress@gmail.com

In this era of information arise new tools to supplement the technologies of the information and communications technology (ICT), which necessarily lead to think about how store knowledge, especially the expertise of the experts, scientists or gurus, to be used when necessary. There are applications to treat the knowledge generated from artificial intelligence (AI), his first attempts focused on building systems for experts (SE), subsequently receiving the name of systems based on knowledge (SBC); Therefore, the efficiency and effectiveness of these systems is in the knowledge that is stored in knowledge bases. In these is stored in a structured way: facts and rules. The facts are characteristics of objects or solution to problems. Rules emulate the way in which an expert infers solutions. These lines synthesize research processes to build intelligent systems, which are supported by knowledge bases. The objective is to design a guide to build knowledge bases; finding the biggest problem in the acquisition of knowledge, especially the experts, because in general, remains to be determined easily how they reason.

Keywords: *bases of knowledge, company, experts, reasoning, systems.*

BASES DE CONOCIMIENTO

En esta era de la información surgen nuevas herramientas para complementar las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), las cuales conducen necesariamente a pensar en cómo almacenar el conocimiento, en especial la experticia de los expertos, los científicos o los gurús, para utilizarse cuando sea necesario. Surgen aplicaciones para tratar el conocimiento, generadas a partir de la Inteligencia artificial (IA), que sus primeros intentos se centraron en construir Sistemas para Expertos (SE), recibiendo posteriormente el nombre de Sistemas Basados en Conocimiento (SBC); pues, la eficiencia y efectividad de estos sistemas está en el conocimiento que se almacena en bases de conocimiento. En estas se guarda de forma estructurada: hechos y reglas. Los hechos son características de los objetos o solución a problemas. Las reglas emulan la forma en que un experto infiere las soluciones. Estas líneas sintetizan procesos investigativos para construir sistemas inteligentes, los cuales se soportan por bases de conocimiento. El objetivo es diseñar una guía para construir bases de conocimiento; encontrando el mayor problema en la adquisición del conocimiento, especialmente de los expertos, pues en general, no se determina con facilidad cómo se razona.

Palabras clave: *bases de conocimiento, empresa, expertos, razonamiento, sistemas.*

Introducción

Toda organización se compone de dos partes. La visible y fácilmente percibible: personas, reglamento, máquinas, edificios. La invisible, aquella de la que se sabe poco; sus políticas, qué produce, qué sabe cada persona y a qué se dedica. Esta parte *invisible* en las organizaciones es conocimiento. Los procesos, productos, funciones y la toma de decisiones dependen de esa parte *invisible*. Es el recurso más valioso, el que provee mayores beneficios. Sin embargo, poco se valora y, por tanto, se desconoce cuánto se posee. Una falla en esta sociedad del conocimiento, de la globalización de las economías, de la complejización de la sociedad, pues saber sobre el conocimiento que existe ayuda a ser más competitivos.

El conocimiento requiere de estructura adecuada, guardarse sistemáticamente, pues la esencia del conocimiento es ser energía para proyectar variados procesos innovadores [Garzón & Torres, 2012a].

Un área de la IA se enfoca en construir sistemas inteligentes, sistemas que actúen como lo hace una persona, en general, sistemas basados en conocimiento; requiriendo bases para almacenar hechos y reglas del razonamiento que realizan los expertos, a partir de las cuales el sistema puede inferir; sin embargo, la fortaleza de estos sistemas está en el buen conocimiento, por tanto, sus resultados dependen del conocimiento que posea para realizar “razonamiento”.

Pero, hoy día, el conocimiento se puede acceder de manera oportuna y confiable al emplear la internet; sin embargo, es tan amplio que, en general, faltan capacidades para realizar síntesis, gestionarlo y aplicarlo para generar nuevo; pero, el razonamiento que se realice sobre alguna situación depende de varios factores (emocionales, sociales, cognitivos,...) del ser humano.

En las empresas existe conocimiento; el que poseen las personas por estudio o experiencias al solucionar problemas, la interacción con otras disciplinas y con otras personas, porque se escribe cómo debe hacerse una tarea, es decir, existen manuales que indican los procedimientos a seguir, etcétera, por tanto, algunas empresas tienen almacenado el conocimiento en forma física, otras tienen SBC; en estos, se construyeron bases de conocimiento (BC), con el fin de tener el conocimiento disponible cuando se requiera y así poder realizar inferencias precisas para hallar solución a algún problema.

La construcción de las bases de conocimientos es lo esencial, entonces, este ensayo resume condiciones a tener en cuenta; además, qué de requerir del entorno para solucionar los problemas. Es una síntesis de la experiencia en el proceso de investigación “Tutores inteligentes para el aprendizaje”, el cual se continua, ampliando el conocimiento de diferentes herramientas de inteligencia artificial.

El artículo se divide en cuatro secciones para facilidad de correlación de ideas, la primera indica aspectos a tener en cuenta, la segunda, se enuncian elementos del conocimiento, la tercera la concepción de la gestión del conocimiento y, por último, lo que conduce a construir bases de conocimiento y el proceso global.

Aspectos iniciales

Las técnicas que se desarrollan en inteligencia artificial, son complemento de las ciencias de la información, las ciencias cognitivas, las neurociencias, las que conducen a construir herramientas sofisticadas de uso cotidiano para las empresas (manufactura, producción, finanzas, gestión, investigación, medicina,...).

En el campo comercial existen "sistemas expertos" o "sistemas basados en conocimiento" que dan consejos y apoyan la toma de decisiones, los cuales tienen capacidad para explicar su razonamiento, qué información emplean y cómo lo hacen. Los beneficios de emplear un SBC son múltiples: (1) reducen y optimizan el tiempo de toma de decisiones; (2) mejora el desempeño; (3) ayuda a la capacitación; (4) reduce tiempo y provee flexibilidad para la reingeniería; (5) establece diagnóstico de fallas; (6) indica necesidad de mantenimiento [Hayes-Roth, 1994], entre otros.

La inteligencia depende del conocimiento. Este es la energía para desarrollarla. El conocimiento es base para el desarrollo¹ social, científico y tecnológico; es la parte intangible en toda organización; requiere valoración para determinar mayor utilidad, aplicabilidad y construcción de interacciones, sobre todo, en contextos turbulentos, inciertos y dinámicos que se deben abordar. La inteligencia, además del conocimiento, necesita de apoyo, de control y de métodos para generar adecuadas estructuras cognitivas.

La inteligencia² no es exclusividad de unos pocos, tampoco lo es el conocimiento ni la imaginación, observación o la creatividad [Garzón & Torres, 2012]. La toma de decisiones, buscar solución a problemas complejos, salir de encrucijadas, requiere de inteligencia, de conocimiento, de comunicación, de estrategias adecuadas para garantizar mejor información.

La inteligencia no es cualidad o característica, se tiene en cuanto se "utilizan" eficientemente diferentes procesos cognitivos [Lahoz-Beltrá, 2010]. Dar una respuesta cualquiera no es tener inteligencia, se requiere de algo más. La inteligencia tiene como función generar conocimiento, no es almacenar → repasar → olvidar → almacenar. Su fin es hallar el significado (información) apropiado a hechos, concatenando las diferencias y enfoques.

La inteligencia debe actuar oportunamente, sino es así, su llegada tarde es inútil y los resultados no son los mejores. La inteligencia provee respuestas de calidad, que se mejoran mediante procesos de aprendizaje, de gestión del conocimiento, de toma de decisiones.

Se es inteligente por la forma de obtener información, procesarla y generar nuevo conocimiento; luego el ser inteligente no busca disculpas a lo no realizado, más bien la emplea para razonar sobre cómo será el camino a seguir para hallar nuevas oportunidades, para adaptarse al entorno, para estar listo a adquirir mejor información. Es decir, no se contenta con lo único que percibe. Busca más.

En las empresas, hoy día, para el control, la administración, la supervisión y solución de distintos problemas se construyen sistemas inteligentes. Estos requieren de bases de conocimiento (BC) para realizar diferentes acciones, es decir, para responder a los estímulos que percibe del entorno (mundo). Esas BC se componen de hechos y reglas, que indican características y emulan las acciones; por tanto, los sistemas inteligentes dependen del conocimiento que posean, quizá por ello llegan a recibir el nombre de sistemas basados en conocimientos (SBC).

Las BC son emulación de cómo las personas expertas solucionan los problemas complejos, cómo toman decisiones, en otras palabras, cuál es su conocimiento y experiencia; entonces, el sistema puede interrelacionar el conocimiento que posee para generar inferencias

¹ Ser inteligente ayuda, de cierta forma, a ser creativo, pero no es fuerza mayor; sin embargo, ser creativos requiere variado conocimiento, emplearlo oportuna y adecuadamente. Ser inteligente no es tener curiosidad, tenacidad, correr riesgos, es algo más, por ejemplo, generar ideas y depurarlas en busca de algo novedoso.

² No existe definición universalmente aceptada de inteligencia. Algunas que se tienen son: (1) es conocimiento organizado y analizado que apoya la solución de problemas; (2) es una propiedad emergente de los procesos de razonar y pensar del ser humano; (3) es el resultado de un proceso del consciente del ser humano que aprovecha toda información disponible para dar respuestas solicitadas.

(deducción) acorde con las solicitudes que se les haga [Russel, 2004].

La construcción de SBC (programas) requiere de bases de conocimiento, donde sus hechos y reglas estipulan cómo solucionar problemas específicos; sin embargo, su construcción depende de considerar cuál es el conocimiento apropiado, cómo se razona, como se relacionan diferentes hechos.

Conocimiento

El conocimiento es el activo más valioso que poseen las personas, también, las empresas; sin embargo, poco se hace para no perderlo. Se escriben textos para dejarlo a nuevas generaciones. En las empresas se pierde porque las personas cambian de empleo, se enferman o mueren. Al cambiar de empleo se va el conocimiento a otra parte. Cuando se enferman, no pueden, en general, solucionar problemas complejos y, muchas veces, no pueden indicar cómo se haría para solucionarlo. Cuando mueren, ya se perdió todo el conocimiento que poseía la persona.

Se indica que para los SBC se requieren bases de conocimiento; sin embargo, ¿qué es conocimiento? Es lo que determina características y propiedades de los objetos del mundo, de las situaciones; es lo que conforma la ciencia; teniéndose conocimiento científico y conocimiento común. Este es el que poseen los expertos, depende de su experiencia, que a la hora de construir BC es el más difícil de sistematizar. Pero el conocimiento es lo que impulsa el desarrollo tecnológico y científico. Depende de variedad de aplicaciones, de los enfoques y la forma como se trasmite; de la forma como se aprende y muchos otros elementos.

A pesar del éxito de los SBC [Turban, 1992], el desarrollo de ellos tiene costos altísimos por varios aspectos: (1) caracterización de los problemas; (2) adquisición del conocimiento; (3) desarrollo del sistema; (4) verificación, depuración y validación del conocimiento e inferencias y; (5) mantenimiento de las bases de conocimiento.

Cada una de estas actividades las realizan personas altamente capacitadas. La etapa de la adquisición de conocimiento llevó a la generación de disciplinas "Ingeniería de conocimiento" y "Gestión del conocimiento", entre otras. La adquisición requiere interpretar las ideas, conceptos y experiencia de las personas expertas, es decir, darle el apropiado significado; luego representarse en una base de conocimiento para que los sistemas puedan generar las inferencias del caso [Torres, 1996], es decir, para que sean eficientes.

Pero, lo peor de todo, es que los SBC no aprenden, no saben qué infieren, porque su BC es estática, requiere de complementarse continuamente. También, no generan nuevo conocimiento.

La BC del sistema debe ser dinámica, como lo es el conocimiento, la ciencia y los problemas que se abordan; por tanto, la base de conocimiento requiere de mantenimiento y esto acarrea coste, bastante alto según el tema. Los expertos humanos también cuestan, más por su tiempo; entonces, sino se provee mejoras, el sistema puede morir, es decir, queda obsoleto y no servir para los intereses deseados [Benítez *et al*, 2014].

El desarrollo tecnológico de hoy día, elabora distintas herramientas con miras a que las máquinas aprendan, sean inteligentes, que razonen y piensen como lo hacen las personas³,

³ Los enfoques difieren de su filosofía como de la representación del conocimiento que se genera para el uso del SBC; por ejemplo, el enfoque simbólico requiere de ejemplos especiales y de algoritmos clasificadores; el enfoque analógico de un dominio estructurado y de procesos efectivos de diagnóstico; el enfoque conexionista

pero aún falta mucho para lograrlo pese a ese desarrollo.

Gestión de conocimiento

Para la construcción de BC se requiere gestión del conocimiento. Un proceso que requiere extraerlo, interrelacionarlo y procesarlo [Peluffo & Catalan, 2002]. Entonces, en las organizaciones surge la necesidad de saber cuál es el capital intelectual que posee, ya que es el activo de mayor valor; aunque es intangible y, sobre todo, no está transcrito en documentos y no se registra en libros contables. Ese capital intelectual se halla en cada una y todas las personas, y lo mejor es que este en archivos digitales como texto (documento).

Esa necesidad nace porque las empresas, en sí sus directivos, visualizan que sus empleados cuando conocen mucho de ellas se marchan a otra llevándose consigo todo el conocimiento; que la empresa pierde. Cada empresa requiere saber cuál es el conocimiento que tiene, en particular para solucionar problemas complejos⁴. En general, se requieren heurísticas que conoce solamente el experto humano por su experiencia y, claro está, el conocimiento especializado del cual se vale y que adquirió durante varios años; unos 15 como mínimo.

Un esquema para la gestión del conocimiento puede ser a través de la computación evolutiva, el cual se aplica en diferentes contextos, aunque para ello se requiere de buena práctica.

Los SBC son herramientas de ayuda para la toma de decisiones ante situaciones complejas, pero dependen del conocimiento que posean para ser eficientes. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) facilita a los usuarios determinar on-line qué sucede; es decir, puede monitorear distintas variables, el sistema recoge valores de cada variable e identifica qué sucede en una situación; sin embargo, el dominio puede ser muy sofisticado y poco estructurado, es decir, el proceso depende de varios parámetros, pero un sistema tradicional de control automático no controla rangos muy específicos; además, no posee conocimiento amplio para decidir qué sucede en la situación, por ejemplo, cómo son las relaciones entre las variables; en general, se requiere que el sistema justifique su razonamiento para su validación en términos comprensibles, del proceso y sus fenómenos; luego, el conocimiento debe estar acorde con los cambios de la situación, es decir, renovarse constantemente.

Bases de conocimiento

Como se indica, los sistemas inteligentes se construyen para solucionar problemas complejos que solo lo hacen los expertos humanos, en particular donde el actuar del ser humano lo pone en peligro. Se requieren bases de conocimiento, que contienen hechos y reglas, para que un motor de inferencia del sistema (software), que accede a ellos, los procese y a partir de interrelación genere las inferencias respectivas.

Los hechos son características de los objetos o situaciones (problémicas), las cuales se estipulan de forma individual o general. Individual al hacer alusión a un objeto específico.

requiere de una validación compleja y de interconexión de las redes neuronales artificiales con el SBC. Pero el enfoque de la Computación Evolutiva que incluye Estrategias evolutivas [Bäck *et al*, 1991], Algoritmos genéticos [Goldberg, 1989] y Sistemas clasificadores genéticos [Holland citado en Goldberg, 1989].

⁴ Se entiende por “complejo”, aquel que no puede solucionarse por medios computacionales, es decir, realizar un algoritmo para hallarle una solución por medio del computador.

General cuando expresa características de una clase de objetos.

Las reglas, son especificaciones que sugieren cómo razona un experto humano. Es decir, emula la interacción del conocimiento para generar conclusiones. Son reglas de inferencia que combinadas pueden darle solución a un problema [Rich & Knight, 2001, Torres, 1996].

Construir bases de conocimiento no es tarea sencilla; primero, se requiere “extraer” el conocimiento que poseen los expertos al solucionar un tipo de problemas, e igualmente, considerar el que se halla en los textos; segundo, representar el conocimiento de la manera como puede tener acceso el motor de inferencia, considerar las reglas apropiadas, encadenar los hechos según esas reglas y producir las respuestas.

Sin embargo, el problema está en “extraer” la experiencia y el conocimiento que posee un experto humano, pues el ingeniero (de conocimiento) debe poseer suficiente experiencia para interpretar lo que el experto dice. Por tanto, debe tener amplio saber sobre el tema que trata, es decir, estudiar en profundidad el tema a tratar, con el fin que los cuestionamientos que le realice al experto, lo lleven a buscar conocimiento complejo y no simple [Benítez *et al*, 2014; García, 2012]. Se gasta mucho tiempo, pues no se puede realizar todo en cinco o seis sesiones, debe repasarse lo que entiende el ingeniero versus el experto, entonces, el tiempo de construcción de una BC es grande. Puede durar años. Por tanto, debe tenerse en cuenta evitar el desgaste físico, biológico y psicológico para que el experto humano y el ingeniero no sufran de estrés u otros problemas [Nilson, 2000; Winston, 1998].

La etapa de adquisición de conocimiento es la más complicada: (1) por la interpretación que debe dársele a lo que expresa la persona que, en general, no tiene completitud; (2) debe correlacionarse las diferentes experiencias; (3) darle una “lógica” al razonamiento que realizan para solucionar un problema.

Los SBC son robustos por los hechos y reglas, pero no pueden dar respuestas completas y con sentido común; responden según los hechos que posean y las reglas que se les haya incluido.

Si en la base de conocimiento no se halla conocimiento respectivo a la solicitud hecha, seguro, el sistema no dará una respuesta satisfactoria; de ahí que estas dependen del conocimiento que se ha estructurado en las bases.

Evidentemente, las bases de conocimientos se construyen con el fin que un sistema responda a diferentes preguntas, sobre nuevos hechos del mundo. Para que pueda servir eficientemente debe interrelacionarse muy bien las reglas para que el motor de inferencia realice un proceso de deducción como lo hace un experto humano.

Conclusiones

Construir bases de conocimiento es un trabajo duro, principalmente por la extracción del conocimiento a los expertos, su representación digital para que procesos computacionales lo procesen y mediante reglas realicen las inferencias del caso. Pero también es duro, porque mucho conocimiento es experiencia adquirida en un largo periodo de tiempo y aún no se halla de manera formal.

El computador hasta esta era de la información solo procesa datos, le ingresan datos y genera datos de manera estructurada para que las personas den el significado (información) acorde a la necesidad y, en lo posible, se convierta en conocimiento. El computador no hace nada, solo procesa según algoritmos. Es necesario construir bases de conocimiento para que el computador emule el razonamiento humano; sin embargo, el propósito más loable es almacenar el conocimiento experto para ser utilizado posteriormente.

Las bases de conocimiento por su estructura general, hechos y reglas, debe representarse de la mejor manera, al igual que emplear el software que “entienda” cómo es esa representación, el cual aplicando las reglas que existe, pueda inferir lo mejor para dar una solución óptima al cuestionamiento realizado.

Referencias

- BÄCK T., HOFFMEISTER F., SCHWEFEL H.P. (1991). "A survey of Evolution Strategies". *Proceedings of the 4th Int. Conference on Genetic Algorithms*. Morgan Kaufman Publishers, pp. 2-9.
- GOLDBERG David E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley, San Francisco.
- HAYES-ROTH F., JACOBSTEIN N. (1994). "The State of Knowledge-Based Systems". *Communications of the ACM*, vol 37, no 3, p.27-39.
- BENÍTEZ Raúl, ESCUDERO Gerard, KANAAN Samir, MASIP RODO David (2014). *Inteligencia artificial avanzada*. 2a ed., Editorial UOC, Barcelona.
- GARCÍA SERRANO Alberto (2012). *Inteligencia artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones*. RC Libros, Madrid.
- GARZON T. Néstor M., TORRES S. Luis C. (2012). *Inteligencia artificial. Una aproximación*. Editorial Académica Española, Madrid.
- GARZON T. Néstor M., TORRES S. Luis C. (2012a). *Tutores inteligentes*. Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá.
- LAHOZ-BELTRÁ Rafael (2010). *Bioinformática: Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*. Díaz de Santos, Madrid.
- NILSON Nills J. (2000). *Inteligencia artificial*. 2a ed., McGraw Hill.
- PELUFFO A. Martha B., CATALAN C. Edith (2002). *Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación en el sector público*. Cepal, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- RICH Eliane, KNIGHT Kevin (2001). *Artificial Intelligence*. 2a ed., McGraw Hill, New York.
- RUSSEL Stuart, NORVIG Peter (2004). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. 3a ed., Prentice Hall International.
- TORRES S. Luis C. (1999). *Problemas para la inteligencia artificial y natural*. Unidad de Publicaciones Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional, Bogotá.
- TORRES S. Luis C. (1996). *Inteligencia artificial. Qué es...? Cómo...?* Fundación Universitaria Manuela Beltrán, Bogotá.
- TURBAN Efraim (1992). *Expert Systems and Applied Artificial Intelligence*. MacMillan, New York.
- WINSTON Patrick Henry (1998). *Inteligencia artificial*. 3a ed., Addison Wesley, México.