

Identificación de técnicas de minería de datos para apoyar la toma de decisiones en la solución de problemas empresariales*

Identification of data mining techniques to support decision-making in solving business problems

Identification de techniques de recueil de données pour la prise de décisions et la résolution de problèmes entrepreneuriaux

Identificação de técnicas de mineração de dados para apoiar na tomada de decisões na solução de problemas empresariais

Jahir A Gutiérrez O **
Bernardo Molina***

Fecha de recepción: 6 de octubre.
Fecha de aprobación: 28 de octubre.
Pp. 33-52

* Este artículo es producto del proyecto de investigación: "Identificación de herramientas básicas para la aplicación de la minería de datos en la solución de problemas empresariales". Financiado por la Dirección de Gestión de Conocimiento de la Universidad CES en Medellín. Ejecutado por el grupo de investigación en Gestión Empresarial de la Facultad de Administración y Ciencias Económicas de la Universidad CES, reconocido en Colciencias en la categoría D, entre el período de Septiembre de 2014 a Noviembre de 2014.

** PhD. Administración Pública, Atlantic International University (AIU), Honolulu, USA. Magíster en Desarrollo, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Economista, Universidad de Medellín, Colombia. Investigador y Líder del Grupo de Gestión Empresarial del CES y miembro del Grupo de Perdurabilidad Empresarial Universidad del Rosario.

*** Docente catedrático, Universidad CES. Gerente de Bermoz Software. Ingeniero Informático, Fundación Universitaria Católica del Norte, Medellín, Colombia. Consultor en Análisis y Diseño Orientado a Objetos con UML, Rational ROSE. Consultor asesor en tecnologías informáticas y sistematización. Auditor Interno de Calidad, ISO-2002.

RESUMEN

La gestión empresarial tradicionalmente ha estado permeada por muchas teorías propias y extrañas a su ámbito disciplinar, ya que su ejercicio se circunscribe a la administración, término tan amplio y universal en el cual caben todo tipo de definiciones sobre qué es administrar y muchas tendencias disponibles en el mercado. Pero dejando de lado estas discusiones, interesa en este momento reflexionar acerca de cuáles son los insumos para la toma de decisiones empresariales, independizándolas de la jerarquización de si son estratégicas, tácticas u operativas. Se debe hacer la pregunta desde el ámbito instrumental de las ciencias de apoyo para la toma de decisiones como la informática y sus diferentes técnicas para el tratamiento de los datos: ¿La aplicación de las técnicas de minería de datos podría apoyar la gestión empresarial para generar mejores resultados en la toma de decisiones empresariales en la micro y pequeña empresa? Bajo este mismo escenario, identificar las herramientas básicas para la aplicación de la minería de datos en la solución de problemas empresariales, desde las soluciones de *Software* libre y abierto que se podrían emplear para mejorar las capacidades de gestión que tienen las micro y pequeñas empresas en la toma de decisiones, buscando bosquejar un mapa de estrategias de aplicación de las técnicas de minería de datos a las funciones típicas de los modelos empresariales para la toma de decisiones.

PALABRAS CLAVE

Algoritmos, análisis multicriterio, minería de datos y datos simples, medición y simulación de datos, toma de decisiones, herramientas de minería de datos.

ABSTRACT

Business management has traditionally been permeated by many strange theories in its disciplinary field for the reason that its practice is limited to administration, broad and universal term in which we can fit all kinds of definitions of what management is, and many trends that are available in the market. But leaving aside these discussions, we are now interested in reflecting on what the inputs for making business decisions are, making them independent from the hierarchies of being strategic, tactical or operational. We want to set the question from the instrumental field of the sciences for the support of decision-making, such as informatics and its different data processing techniques; and ask ourselves, could the utilization of data

mining techniques support business management in order to generate better results in making business decisions in the micro and small business? and at the same time try to identify the basic tools to implement data mining in solving business problems from free and open software solutions that could be used to improve management skills that micro and small companies have in decision-making, seeking to sketch a map of strategies for the implementation of data mining techniques to the typical functions of business models for decision-making.

KEYWORDS

Algorithms, multi criteria analysis, data mining and simple data, data measurement and simulation, decision making, data mining tools.

RÉSUMÉ

La gestion entrepreneuriale a traditionnellement été perméable à de nombreuses théories provenant de différents domaines de la connaissance. L'exercice de la gestion ne se limite pas à l'administration, mais repose sur différentes définitions de celle-ci et sur de nombreuses tendances disponibles sur le marché. Laissant de côté ces discussions, il nous semble intéressant de réfléchir sur les facteurs de première importance pour la prise de décisions entrepreneuriales, en les hiérarchisant pour savoir s'il s'agit de décisions stratégiques, tactiques ou opérationnelles. À partir du domaine instrumental des sciences d'aide à la prise de décisions que sont l'informatique et ses différentes techniques pour le traitement des données, nous souhaitons dans ce travail répondre à la question suivante: l'application des techniques d'analyse de données pourrait-elle aider les gérants d'entreprises à améliorer les résultats de leurs prises de décisions? Il s'agira également ici d'essayer d'identifier les outils de base pour l'application de l'analyse des données pour la résolution des problèmes entrepreneuriaux grâce aux solutions offertes par les logiciels libres pouvant être employés pour améliorer les capacités de gestion des PME dans leur prise de décisions.

MOTS CLEFS

*Algorithmes, analyse multicritère, analyse de données, données simples, mesure et simulation de données, prise de décisions, outils d'analyse de données
Co-traitement*

RESUMO

A Gestão de negócios tem sido tradicionalmente permeada por muitas teorias próprias e alheias ao seu campo disciplinar, já que seu exercício se limita ao campo da administração e sua terminologia é tão ampla e universal na qual cabem todos os tipos de definições sobre o que significa administrar, além de muitas tendências disponíveis no mercado. Mas, além dessas discussões, nos interessa neste momento refletir sobre quais são os insumos usados para a tomada de decisões a nível empresarial, independentemente de uma posição estratégica, tática ou operativa. A questão que surge desde o campo instrumental da ciência para apoiar a tomada de decisões de como a informática e suas diferentes técnicas para o processamento de dados é: Será que a aplicação de técnicas de mineração de dados poderá apoiar a gestão de negócios para gerar melhor resultados na tomada de decisões empresariais em micro e pequenas empresas? Ao mesmo tempo, é importante identificar as ferramentas básicas para implementar a mineração de dados para resolver problemas de negócios, desde soluções de Softwares gratuitos e abertos que poderiam ser usados para melhorar as capacidades de gestão que tem as micro e pequenas empresas na tomada de decisões.

A intenção é esboçar um mapa de estratégias de implementação das técnicas de mineração de dados para as funções típicas dos modelos empresariais para a tomada de decisões.

PALAVRAS-CHAVE

Algoritmos, análise multicritério, mineração de dados e dados simples, medição e simulação de dados, tomada de decisões, ferramentas de mineração de dados.

1. Introducción

Dada la explosión de disponibilidad de las herramientas informáticas de *Hardware* y *Software* para el apoyo de los procesos empresariales, hoy día es típico que la micro y pequeña empresa genere grandes cantidades de información, hecho que unido al aumento de las capacidades de almacenamiento de datos, hacen que las organizaciones puedan disponer de una gran cantidad y variedad de datos relativos a su actividad diaria.

Sus procesos organizacionales son permeados por herramientas de *Software* que generan datos en todo momento, tales como datos contables financieros, administrativos de la gestión operativa de producción, mercadeo o ventas, y otros procesos, que en muchos escenarios son tan voluminosos y dispendiosos de analizar, que las organizaciones no cuentan con personal y tiempo para realizar estas tareas; más aún, una gestión ideal de los datos como información para una gestión del conocimiento que ofrezca a la empresa una visión de qué se está haciendo, cómo se está haciendo -perspectiva- y cómo puede esta evolucionar en un futuro a corto mediano plazo -prospectiva-. Es por esto, que el análisis de los datos toma cada vez una función vital en el proceso de toma de decisiones (Drucker, 1999, pp. 176-177).

Según la visión de la teoría organizacional, se puede definir el conocimiento como la información que posee valor para ella (Stewart, 1999), es decir, aquella información que permite generar acciones asociadas a satisfacer las demandas del mercado (Porter & Millar, 1986) y apoyar las nuevas oportunidades a través de las competencias centrales de la organización. De allí que las organizaciones deben tomar control de sus datos para analizarlos.

Pensar sobre la incapacidad de analizar los datos, pasa por muchos estadios, desde las capacidades de sistematización de la información, los procesos y medios para acceder a la información, hasta la formación del talento humano con capacidades analíticas especializadas para el modelo de negocios de la organización en la que se encuentra.

En las tendencias del mercado de servicios informáticos, se presenta, para las empresas, la minería de datos como la panacea para la analítica de datos; sin embargo, la mayoría de ellas no están preparadas internamente desde el punto operativo y tecnológico para afrontar este tipo de herramientas. Si se mira cual sería la aplicación de la minería de datos en la solución de problemas empresariales en la micro y pequeña empresa en los sectores de minería, salud y transporte, se encuentra que a pesar de que estos tipos de organizaciones están en la búsqueda de su fortalecimiento empresarial y de aplicar técnicas y tecnologías de avanzada, ven paradigmas que al parecer suenan difíciles y costosos para sus empresas, bien porque no cuentan aún con una madurez en su desarrollo y modelo de negocio, porque simplemente la toma de decisiones empresariales se viene haciendo por simple intuición de forma empírica, o la informática no es vista como un proveedor de herramientas para posibilitar y facilitar la toma de decisiones (Riquelme, Ruiz & Gilbert, 2006, pp. 11-18).

Surgen aquí varias inquietudes acerca de cómo elaborar un mapa de estrategias de aplicación de las técnicas de minería de datos a las funciones típicas de los modelos empresariales; así mismo, qué ventajas tendría realizar y aplicar el análisis multicriterio para orientar la analítica de datos con respecto a los frentes cualitativos y cuantitativos que deben considerarse, a la par, con las cifras, datos e información para la toma de decisiones en las empresas. Se podría generar una guía metodológica que al ser acompañada de técnicas como la minería de datos (*datamining*), provea los mecanismos para

generar herramientas para el manejo de la información y de esta manera orientar a las empresas para cumplir las directrices del gobierno y políticas empresariales.

También surge la pregunta de cómo caracterizar, en el marco de las técnicas de minería de datos, la identificación de herramientas tecnológicas de *Software*, bien sean propietarias de licenciamiento, o soluciones de *Software* libre y abierto para el modelamiento de soluciones de analítica de datos orientadas por la minería de datos y dirigidas por el análisis multicriterio. Así, proponer un posible catálogo de herramientas básicas para su aplicación, en la solución de problemas empresariales en los segmentos de las empresas de minería, salud y transporte que mejoren las capacidades de gestión que tienen las micro y pequeñas empresas en la toma de decisiones.

2. Comprendiendo la minería de datos: una visión desde la informática hacia la gestión empresarial y la toma de decisiones

Con la utilización de las bases de datos en los sistemas informáticos que apoyan los procesos empresariales, han surgido grandes volúmenes de datos como el resultado obtenido en la gestión ordinaria de las empresas; estos, en la mayoría de los casos, no son correlacionados para la toma de decisiones, situación que hace que los datos sean una cantera en bruto para diagnosticar e identificar variables que expliquen situaciones anómalas o típicas empresariales.

Surge entonces la minería de datos como una tecnología y estrategia de modelado matemático que intenta ayudar a comprender el contenido de una base de datos. De forma general, los datos son la materia prima bruta, en el momento que el usuario les atribuye algún significado especial pasan a convertirse en información. Cuando los especialistas elaboran o encuentran un modelo, haciendo que la interpretación del confronto entre la información y ese modelo represente un valor agregado, entonces es cuando hay que referirse al conocimiento (Molina, 2002).

El proceso de extracción de patrones a partir de datos, se llama minería de datos (*datamining*). Es reconocida como una herramienta esencial de los negocios modernos, ya que es capaz de convertir los datos en inteligencia de negocios -Business Intelligent (BI)- dando así una ventaja de información. Actualmente, es ampliamente utilizado en las prácticas de perfil, como vigilancia, comercialización, descubrimientos científicos y detección de fraudes.

Hay cuatro tipos de tareas que normalmente se involucran en la minería de datos (Figura 1):

- Clasificación: la tarea de generalizar una estructura familiar para utilizarla en los nuevos datos.
- Agrupamiento: la tarea de encontrar grupos y estructuras en los datos que son de alguna manera u otra lo mismo, sin necesidad de utilizar las estructuras observadas en los datos.
- Aprendizaje de reglas de asociación: busca relaciones entre las variables.
- Regresión: su objetivo es encontrar una función que modele los datos con el menor error.

Figura 1. Tipos de tareas.

Tipos de tareas			
Clasificación	Agrupamiento	Aprendizaje de reglas de asociación	Regresión

Fuente. Elaboración propia de los autores.

Aunque estas técnicas y procesos de extracción de patrones están disponibles en los servicios informáticos desde hace ya un largo rato, es poco conocida y aplicada en las micro y pequeñas empresas.

Es sorprendente que la minería de datos no haya despegado todavía en Colombia como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en nuestras compañías. Encontramos que todavía organizaciones en mercados altamente competidos como telecomunicaciones, retail, automotriz, financiera, consumo masivo y otras, siguen tomando decisiones a ciegas sobre procesos de fidelización de clientes, *up-selling*, *cross-selling*, *performance management*, y retención de clientes infieles. Siguen preguntándose por qué sus procesos de pronóstico de la demanda periódicamente tienen una confiabilidad baja. La tecnología de minería de datos está madura (Canney, 2006).

A pesar de que todas las empresas en su crecimiento y modelo tienen proyectado mejorar y ser siempre mejores, es así que los datos de la gestión empresarial son el primer punto de partida para tipificar modelos de comportamiento sustentados en el análisis de los datos, o para generar hipótesis a partir de la proyección de los mismos.

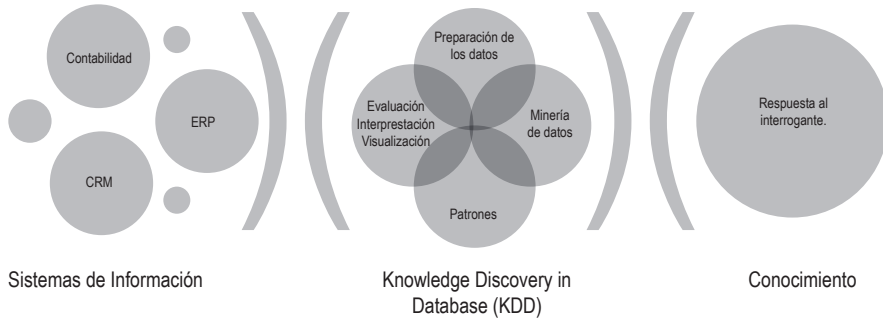
Las técnicas de la minería de datos (*datamining*) permiten diseñar estrategias de manejo para explorar grandes bases de datos, de manera automática o semiautomática, con el

objetivo de encontrar patrones repetitivos, tendencias o reglas que expliquen el comportamiento de los datos en un determinado contexto para intentar ayudar a comprender el contenido de un repositorio de datos.

Otra definición que se puede dar de minería de datos y que es muy común encontrar, dice: “una actividad de extracción cuyo objetivo es el de descubrir hechos contenidos en las bases de datos” (Hernández, Ramírez & Feri, 2004). En la mayoría de los casos se refiere a un trabajo automatizado. Si hay alguna intervención humana a lo largo del proceso, este no es considerado como minería de datos por parte de algunas personas.

La palabra descubrimiento está relacionada con el hecho de que mucha de la información valiosa es desconocida con anterioridad. En todo caso, estas técnicas pueden ayudar a confirmar cualquier sospecha sobre el comportamiento del sistema en un contexto particular. En cuanto a los hechos escondidos, estos estarán principalmente bajo la forma de reglas, las cuales ayudarán a entender el modelo del sistema relacionado con los datos observados. Por otra parte, las reglas también pueden ser usadas en la predicción de ciertos estados, del sistema -lo que se busca-. Desde un punto de vista académico, el término minería de datos es una etapa dentro de un proceso mayor llamado *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) (Figura 2).

Figura 2. Procesos de extracción de conocimiento (KDD).



Fuente. Elaboración propia de los autores.

La extracción de conocimiento está principalmente relacionado con el proceso de descubrimiento conocido como *Knowledge Discovery in Databases* (KDD), que se refiere al proceso no-trivial de descubrir conocimiento e información potencialmente útil dentro de los datos contenidos en algún repositorio de información (Han & Kamber, 2001). No es un proceso automático, es un proceso iterativo que exhaustivamente explora volúmenes muy grandes de datos para determinar relaciones. Es un proceso que extrae información de calidad que puede usarse para dibujar conclusiones basadas en relaciones o modelos dentro de los datos.

Lo que realmente hace la minería de datos es reunir las ventajas de varias áreas como la estadística, la inteligencia artificial, la computación gráfica, las bases de datos y el procesamiento masivo, principalmente usando como materia prima, las bases de datos.

3. Técnicas de minería de datos (*datamining*)

La clasificación inicial de las técnicas de minería de datos distingue entre: técnicas predictivas, en las que las variables pueden clasificarse en dependientes e independientes; técnicas descriptivas, en las que todas las variables tienen el mismo estatus; y técnicas auxiliares, en las que se realiza un análisis multidimensional de datos (Figura 3).

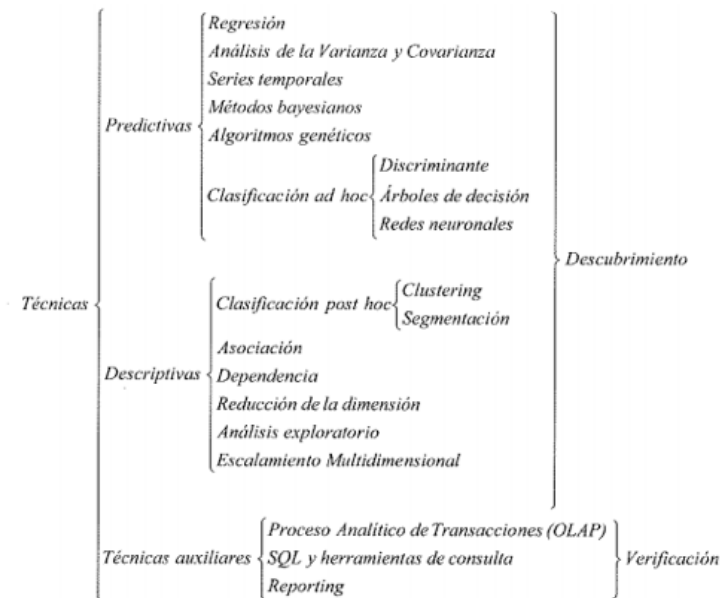
Figura 3. Clasificación de las técnicas de minería de datos.



Fuente. Elaboración propia de los autores.

Según Pérez & Santín (2008), las predictivas y descriptivas se emplean para el descubrimiento, mientras que las técnicas auxiliares se emplean para la verificación (Figura 4).

Figura 4. Clasificación de las técnicas de *data mining*.



Fuente. Pérez & Santín, (2008).

Todas estas técnicas se aplican mediante algoritmos probados e implementados en soluciones de minería de datos, algunos de estos algoritmos son:

- **Arboles de decisión:** los algoritmos de árbol de decisión consisten en organizar los datos en elecciones que compiten formando ramas de influencia después de una decisión inicial. El tronco del árbol representa la decisión inicial, y empieza con una pregunta de sí o no, como tomar o no desayuno. Tomar desayuno y no tomar desayuno serían las dos ramas divergentes del árbol, y cada elección posterior, tendría sus propias ramas divergentes que llevan a un punto final.
- **El algoritmo *K-means*:** se basa en el análisis de grupos. Trata de dividir los datos recogidos en bloques -*clústers*- separados y agrupados por características comunes.

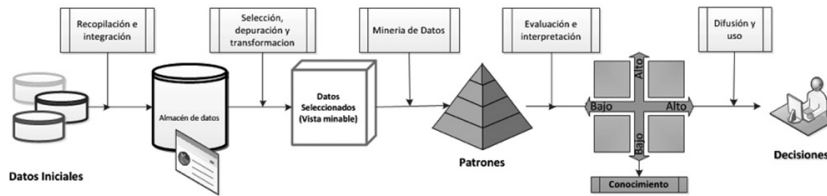
- **Máquinas de vectores de soporte:** toman datos de entrada y predicen cuál de las dos posibles categorías incluye los datos de entrada. Un ejemplo sería recoger los códigos postales de un grupo de votantes e intentar predecir si un votante es demócrata o republicano.
- **El algoritmo Apriori:** normalmente controla los datos de transacciones. Por ejemplo, en una tienda de ropa, el algoritmo podría controlar qué camisas suelen comprar juntas los clientes.
- **El algoritmo EM:** define un parámetro analizando los datos, y predice la posibilidad de una salida futura o evento aleatorio dentro de los parámetros de datos. Por ejemplo, el algoritmo EM podría intentar predecir el momento de una siguiente erupción de un géiser según los datos de tiempo de erupciones pasadas.
- **Algoritmo PageRank:** es un algoritmo base para los motores de búsqueda. Puntúa y estima la relevancia de un trozo determinado de datos dentro de un gran conjunto, como un único sitio *web* dentro de un conjunto mayor de todos los sitios *web* de Internet.
- **Algoritmo AdaBoost:** funciona dentro de otros algoritmos de aprendizaje que anticipan un comportamiento según los datos observados para que sean sensibles a extremos estadísticos. Aunque el algoritmo EM puede sesgarse debido a un géiser que tiene dos erupciones en menos de un minuto, cuando normalmente tiene erupción una vez al día, el algoritmo AdaBoost modificaría la salida del algoritmo EM analizando la relevancia del extremo.
- **Algoritmo del vecino k más cercano:** reconoce patrones en la ubicación de los datos y los asocia con un identificador mayor. Por ejemplo, si se quiere asignar una oficina

postal a cada ubicación geográfica del hogar y se tiene un conjunto de datos para cada ubicación geográfica del hogar, el algoritmo del vecino k más cercano asignará las casas a la oficina postal más cercana según su proximidad.

- **Naive Bayes:** predice la salida de una identidad basándose en los datos de observaciones conocidas. Por ejemplo, si una persona tiene una altura de 6 pies y 6 pulgadas (1,97 m) y tiene una talla 14 de zapatos, el algoritmo Naive Bayes podría predecir con una determinada probabilidad que la persona es un hombre.
- **Algoritmo *Classification and Regressive Tree* (CART):** al igual que los análisis de árboles de decisión, organiza los datos según opciones que compiten, como si una persona sobrevive a un terremoto. Al contrario de los algoritmos de árboles de decisión, que sólo pueden clasificar una salida o una salida numérica basada en regresión, el algoritmo CART puede usar las dos para predecir la probabilidad de un evento (Conferencia Internacional IEEE, 2006).

Para efectos de los tomadores de decisiones en la práctica, poco importa qué técnica se empleó para llegar a una y otra conclusión. Lo relevante para ellos es la veracidad, probabilidad y calidad de las conclusiones obtenidas en el análisis de un escenario o modelo determinado de datos para una situación particular. Lo que sí es claro es que estas técnicas y algoritmos ya están probados y validados en multitud de escenarios que comprueban y verifican su exactitud. De otra parte, es importante recalcar que son de vital importancia los datos y su calidad, y las herramientas informáticas –*Software*– que implementan estas técnicas y algoritmos (Figura 5).

Figura 5. Fases del proceso de extracción de conocimiento en bases de datos



Fuente. Elaboración propia de los autores.

Por otro lado, desde la gestión empresarial y la toma de decisiones, se percibe un déficit de inteligencia analítica. Según Davenport, quien introduce el concepto de inteligencia analítica, plantea el término <<inteligencia>> como sinónimo de información, mientras que el término <<analítica>> se relaciona con el uso de análisis estadísticos y modelos predictivos sofisticados para vencer a los competidores a través de la selección de los mejores clientes, la aceleración del proceso de innovación y la optimización de la cadena de abastecimiento (Category Management, 2010). Según Davenport, la inteligencia analítica puede y debe ser aplicada en las empresas para orientar, tanto las decisiones humanas, como las totalmente automatizadas. Se trata de un subsistema de *Business Intelligence* -Inteligencia de negocios-, es decir, del conjunto de tecnologías y procesos basados en datos, que sirve para comprender y analizar el desempeño de una empresa.

Desde un punto de vista más pragmático y asociado directamente a las actividades de negocios, la minería de datos es el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales e información no estructurada -interna y externa a la compañía-, en información estructurada para su explotación directa o para su análisis y conversión en conocimiento, y así dar soporte a la toma de decisiones sobre el negocio (Marcano & Talavera, 2007, pp. 104-118).

4. Conclusiones

En conclusión, en beneficio de la comprensión de la minería de datos desde la visión informática, se puede decir que son unas metodologías, técnicas y tecnologías maduras con un alto grado de calidad e integración en soluciones comerciales de licenciamiento o de *Software* libre y abierto, que están disponibles para la gestión empresarial y la toma de decisiones. Además, vale aclarar que la minería de datos solo es un paso dentro de una cadena de fases de los proceso de extracción de conocimiento de las bases de datos empresariales.

A manera de síntesis de este apartado, se puede decir que la minería de datos es el proceso de analizar los datos de manera automática, para de allí, extraer conocimiento para proveer elementos analíticos en las tomas de decisión humanas con el fin de mejorar los procesos y posicionamiento empresarial.

Con minería de datos se puede decir que las organizaciones cuentan con una forma de distinta de ver los datos, con la promesa de beneficios a la solución de gran variedad de problemas como: planeación económica, inteligencia empresarial, finanzas, análisis de mercado y análisis de perfiles de clientes. Así mismo, es importante agregar que las organizaciones sin implementación de minería de datos son ricas en datos pero pobres en información.

5. Referencias bibliográficas

- Canney, E. (2006). Data mining o minería de datos. *Revista Dinero*. Recuperado de: <http://www.dinero.com/columna-del-lector/opinion/articulo/data-mining-o-mineria-datos/37339>
- Conferencia Internacional IEEE. (2006). *Conferencia Internacional 2006 de IEEE Data Mining, clasificación de los 10 mejores algoritmos en el campo*. (s.c).
- Davenport, T.H. (2010). *La inteligencia analítica de las empresas*. Recuperado de: <http://blogcategorymanagement.com/2010/10/06/data-mining-business-intelligence/>
- Drucker, P. (1999). *Los desafíos de la gerencia para el siglo XXI*. Bogotá: Norma, p. 176-177.
- Han, J. & Kamber, M. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*. USA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Hernández, J., Ramírez, M.J. & Ferri, C. (2004). *Introducción a la minería de datos*. Madrid: Pearson Educación.
- Marcano, Y.J. & Talavera, R. (2007). Minería de como soporte a la toma de decisiones empresariales, Universidad del Zulia, *Revista Opción*, 52(23), pp. 104-118.
- Molina, L. C. (2002). *Data Mining: torturando a los datos hasta que confiesen*. Recuperado de: <http://www.lsi.upc.es/~lcmolina/>
- Pérez, C. & Santín, D. (2007). *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.

- Porter, M. & Millar V. (1986). Cómo obtener ventajas competitivas por medio de la información. *Harvard DEUSTO Business Review*, primer trimestre.
- Prahalad, C.K. & Hamel, G. (1990). The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*, Mayo-Junio 1990, EEUU, pp. 79-91.
- Riquelme, J.C., Ruiz, R. & Gilbert, K. (2006). Minería de datos: conceptos y tendencias, inteligencia artificial. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 29 pp. 11-18.
- Stewart, T.A. (1999). *Intellectual Capital: The new Wealth of Organizations*. EEUU: Doubleday.