



Empleo de sistemas de inteligencia de negocio para la visualización y análisis eficiente de información en las organizaciones

Use of business intelligence systems for efficient visualization and analysis of information in organizations

Edwin Joao Merchán Carreño ^{1*}, Karina Virginia Mero Suárez ², Yudi Castro Blanco ³

1.* Docente en la Carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador.

Email: joaounesum@yahoo.es ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8128-2764>

2. Docente en la Carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador.

Email: karinaunesum@yahoo.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7943-4981>

3. Docente en la carrera Ingeniería Informática. Universidad de Granma, Granma, Cuba.

Email: ycastrub@udg.co.cu ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3874-043X>

Recibido: 30/5/2018

Aceptado: 11/9/2019

Resumen: A nivel empresarial existe una necesidad creciente de analizar gran cantidad de datos que se generan de las actividades diarias, provenientes muchas veces de diversas fuentes y con alta probabilidad de inconsistencias. Debido a esto se requiere de un tratamiento apropiado, que permita su comprensión de manera rápida y sencilla. Con el objetivo de considerar cómo los sistemas de inteligencia de negocio contribuyen al análisis eficiente de información en las organizaciones, en este artículo se realiza una revisión bibliográfica. Como resultado se pudo constatar que estos tipos de sistemas tienen la capacidad de extraer conocimiento a partir de fuentes de datos. Se concluyó con el estudio, que mediante su empleo se garantiza la toma de decisiones efectivas al brindar información de forma precisa, detallada y oportuna en tiempo real; además, que permiten generar pronósticos y reportes analíticos, lo que hace que se facilite y perfeccione la labor de los responsables de su análisis.

Palabras clave: Análisis de datos, Almacén de datos, Cuadro de Mando Integral, Inteligencia de Negocio, Minería de Datos.

Abstract: To enterprising level exist an increasing need to examine great quantity of data that are generated in daily activities, originating many times of divers sources and with a high probability of inconsistencies; due to this, it is required of proper treatment, that enables its understanding in a fast and simple way. For the sake of analyzing how the business intelligence systems contribute to the efficient analysis of information in the organizations, in this research is made a bibliographic revision. As a result, it could be corroborated that these types of systems can extract knowledge from sources of data. It is concluded with study Análisis de datos, Almacén de datos, Cuadro de Mando Integral, Inteligencia de Negocio, Minería de Datos. that by means of its use the effective decision making is guaranteed offering information of accurate, detailed and opportune form in real-time; besides, they allow generating prognosis and analytical reports, this made easy and make almost perfect for the analysis of it from the responsible ones.

Keywords: Data analysis, Data Warehouse, Integral Dashboard, Business Intelligent, Data Mining.

Para Citar: Merchán Carreño, E., Mero Suárez, K., y Castro Blanco, Y. (2019). Empleo de sistemas de inteligencia de negocio para la visualización y análisis eficiente de información en las organizaciones. Revista Publicando, 6(22), 63-76. Recuperado de <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/1317>.



INTRODUCCIÓN

Consideran Simón, Torres, García y Ravelo (2015), que desde el surgimiento del comercio, la contabilidad, las finanzas y las diversas ramas de negocios, el hombre ha estado inmerso en una continua hazaña por obtener mejores resultados en cuanto a cómo controlar y organizar cualquier institución o entidad, para garantizar su existencia y evolución a largo plazo, para lo cual desempeña un papel esencial la calidad del proceso de toma de decisiones.

En las empresas se presenta una situación compleja con el manejo de información diaria, cada vez más numerosa y difícil de categorizar, con el fin de tomar decisiones de carácter operativo, táctico y estratégico que pueden afectar de forma positiva o negativa. Igualmente, es importante la rapidez con la que se toman. Se coincide con Ahumada y Perusquia (2016), en que es necesario que se fortalezca el conocimiento para el desarrollo de la competitividad. En este sentido, se considera clave su correcto registro, procesamiento y análisis de modo que permita obtener el conocimiento suficiente para poder plantear variantes de acciones realistas y optar por la mejor opción.

En la mayoría de los casos la información se almacena en bases de datos, darle un tratamiento apropiado permite comprenderla con mayor facilidad y adquirir conocimiento para analizar diferentes aspectos de la evolución de la empresa, presentarla de forma más intuitiva, compararla en diferentes períodos de tiempo, comprobar los resultados con las previsiones, identificar comportamientos y evoluciones excepcionales, confirmar o descubrir tendencias e interrelaciones, alertar ante cualquier situación, entre otras acciones.

Estudios realizados por Valero (2014), Sedeño (2015) y Cairo (2017) sobre la forma más apropiada para la visualización de los datos, destacan el poder de la imagen para explicar de manera comprensible y establecer conocimiento, al facilitar el proceso cognitivo humano. Contar con herramientas informáticas con estas facilidades sería muy pertinente para un análisis rápido y confiable.

En respuesta a esto, muchas organizaciones utilizan la Inteligencia de Negocios (BI por sus siglas en inglés, *Business*

Intelligence), pues permite soportar la toma de decisiones basadas en información precisa y oportuna, al aprovechar los datos almacenados en las bases de datos de los sistemas transaccionales; lo que garantiza la generación del conocimiento necesario que permita escoger la alternativa más conveniente para el éxito de la empresa (Nolasco, 2017; Silva, Pino y Alejo, 2018).

Los sistemas BI pueden emplearse en diferentes áreas como el comercio, la medicina, el sector financiero, agropecuario, la educación, la agroforestal, las ciencias sociales, entre otras muchas. El presente artículo tiene como propósito analizar cómo estos sistemas contribuyen a la visualización y análisis eficiente de la información para apoyar la toma de decisiones en diferentes organizaciones.

DESARROLLO

Las empresas u organizaciones requieren una adecuada gestión de la información. Para Torres (2015), es el proceso de organizarla, evaluarla, presentarla, compararla en un determinado contexto, controlar la calidad, veracidad, que sea oportuna, significativa, exacta, útil y que esté disponible en el momento que se necesite. A pesar de lo difícil que se torna este proceso no siempre se emplean herramientas informáticas que lo facilite o no se utilizan las más adecuadas.

Estudio realizado por Abrego, Sánchez y Medina (2017), demuestra que las empresas que se ocupan de mejorar la calidad de los sistemas de información favorecen sus resultados organizacionales. Los sistemas BI constituyen una alternativa factible en este sentido, al integrar el procesamiento de datos con técnicas analíticas de extracción de conocimiento, lo que permite el análisis de forma automática, clasificar, resumir y estimar tendencias o detectar anomalías (Gálvez, Castañeda y Tarazona, 2017). La figura 1 ilustra lo que se considera como la BI.

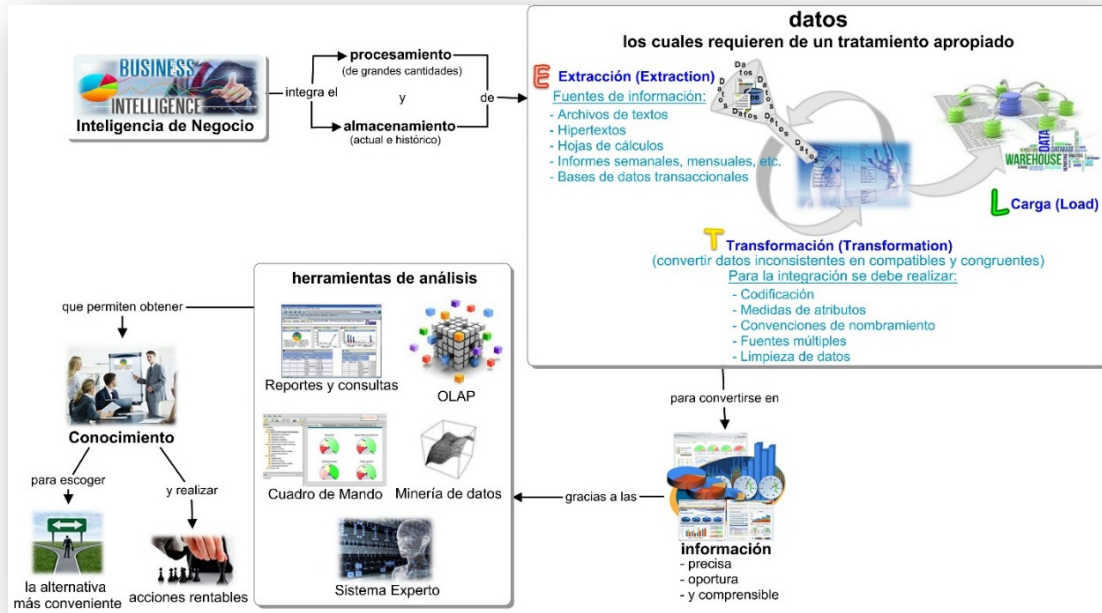


Figura 1. Ilustración de lo que se considera BI. Fuente: Elaborado por los Autores.

Entre los beneficios más importantes que la BI proporciona a las organizaciones según Bures, Otcenaskovs y Jasikova (2012), se encuentran que el usuario podrá obtener informes dinámicos, flexibles e interactivos y analizarlos de manera sencilla; permitirá predecir el comportamiento futuro con un alto porcentaje de certeza, basado en el entendimiento del pasado; no requerirá de conocimientos técnicos para examinar la información disponible; logrará rapidez en el tiempo de respuesta; ayudará y no reemplazará al ser humano.

Los componentes o arquitectura de un sistema basado en BI, fue definido por Dario (2009) en cinco fases, pero de forma objetiva se podría precisar como tres elementos fundamentales: la recolección de los datos, luego la organización, almacenamiento y procesamiento y por último el análisis y presentación de la información. Desde la perspectiva de Hernández (2017), cuando se desarrolla una solución BI, en la mayoría de las ocasiones se parte de la creación de un Almacén de Datos, el cual abarca los dos primeros elementos; para el último, se pueden implementar alternativas tecnológicas como nexo de exploración de los datos en el descubrimiento de conocimiento que podría estar constituido por un Cuadro de Mando Integral, herramienta

con técnicas de Minería de Datos, Sistema Experto, entre otros tipos de propuestas.

ALMACÉN DE DATOS

Para desarrollar un Almacén de Datos (DW por sus siglas en inglés, *Data Warehouse*) es necesario gestionar los datos guardados en diversos formatos, fuentes y tipos, luego extraerlos, transformarlos y consolidarlos en un solo destino o base de datos centralizada con estructura multidimensional que permita su posterior análisis y exploración (Reddy et al., 2010).

Un DW según lo definió William Harvey Inmon es “una colección de datos orientada al negocio, integrada, variante en el tiempo y no volátil para el soporte del proceso de toma de decisiones en una organización” (Inmon, 2005). Esto significa que los datos en la base de datos están relacionados entre sí, que son consistentes, que representan la interrelación de todos los sistemas operacionales de la organización, que los cambios producidos a lo largo del tiempo quedan registrados y que la información no se modifica ni se elimina, es de solo lectura.



Un DW no produce nuevos datos, tan sólo sirve como repositorio para la información producida por otras aplicaciones, se colocan los más importantes para el manejo de la organización y de él emerge el conocimiento necesario para su administración. Para que realmente sea útil este debe estar alineado al plan estratégico del negocio. Cravero et al. (2013), presenta un enfoque de ingeniería de requerimientos donde orientan la manera para hacerlo. Dario (2009), describe la estructura básica que debe tener:

1. Extracción de los datos de diversos lugares como aplicaciones, bases de datos y archivos. Es toda aquella información transaccional que genera la empresa en su accionar diario, además de las fuentes externas con las que puede llegar a disponer.
2. Integración, transformación y limpieza de los datos, para luego ser cargados en el DW. Se conoce como procesos de Extracción, Transformación y Carga (ETL por sus siglas en inglés, *Extraction, Transform and Load*).
3. Administración del DW, se gestiona y organiza en torno a una base de datos multidimensional.
4. Administración de las consultas, se realiza las operaciones necesarias para soportar los procesos de gestión y su ejecución, tales como uniones, agregaciones y las propias del análisis de datos.
5. Herramientas de consulta y análisis, son sistemas que permiten al usuario realizar la exploración de los datos del DW, constituyen el nexo entre el depósito de datos y los usuarios. Existen diferentes tipos: consultas simples y reportes con informes predefinidos, Procesamiento analítico en línea (OLAP por sus siglas en inglés, *On-Line Analytical Processing*), Cuadro de Mando Integral, Técnicas de Minería de Datos, Sistemas Expertos, entre otros.

La importancia de los DW radica en que permiten analizar grandes cantidades de información histórica provenientes de diversas fuentes en diferentes contextos de negocio, lo que apoya la toma de decisiones importantes sobre cómo operará la empresa. Se emplean en diferentes organizaciones como entidades comerciales y financieras, entre los muchos desarrollados se pueden mencionar los siguientes:

- DW para la información clínica de cuidado intensivo en el hospital docente *Erasmus Medical Center en Rotterdam*. Permite la gestión y control de informaciones como: alergias, grupos sanguíneos, diagnósticos, eventos, logística, medicación, actividades de enfermería, entre otros indicadores; proporciona informes de cada uno (de Mul et al., 2012).
- DW para la planificación y control del consumo de los portadores energéticos y del transporte, así como del funcionamiento de los grupos electrógenos en una empresa de acueducto y alcantarillado en Cuba. Permite controlar el funcionamiento de la infraestructura hidráulica, instalaciones de desinfección del agua, plantas potabilizadoras y lagunas de estabilización (Vanegas y Guerra, 2013).
- DW para el análisis de consumo de portadores energéticos que utilizan los equipos de maquinaria y transporte en la realización de las labores agrícolas. Permite obtener información comprensible y detallada del proceso (Castro, Brizuela y Pellicer, 2014).
- DW para las actividades comerciales y para distintas áreas de gestión en el Grupo Empresarial CIMEX en Cuba. Permite que los datos se encuentren centralizados, consolidados y resumidos para satisfacer los requerimientos informacionales en la toma de decisiones a corto plazo (Simón et al., 2015).
- DW para la toma de decisiones en operaciones militares. Permite la visualización y análisis de información para identificar los riesgos en la ejecución de una operación y en el diseño de planes de contingencia efectivos ante situaciones de catástrofes y conflictos bélicos (Tribiño, 2015).
- DW para la gestión interna universitaria. Permite un mejor análisis de la información relacionada con la vida académica de los estudiantes como sus notas por asignaturas y semestres (Camargo, Aguilar y Giraldo, 2016).
- DW para la integración y alimentación de datos de un Cuadro de Mando Integral en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Permite la extracción,



transformación y carga de datos de forma automática (Chiriboga et al., 2016).

- DW para medir el desarrollo disciplinar en las ciencias bibliotecológica y de la información en instituciones académicas de Iberoamérica (Gorbea y Madera, 2017).

CUADRO DE MANDO INTEGRAL

El Cuadro de Mando Integral (CMI), conocido también como tablero de comando es considerado por Padilla et al. (2014), como una herramienta de gestión empresarial en tiempo real que ayuda a orientar la puesta en marcha de la estrategia de la organización y el logro de su misión. Según Pérez y Moreno (2014), esto se debe a que realiza un análisis de los principales indicadores de desempeño claves, con vista a la proyección, ejecución y control de sus planes tácticos y estratégicos.

Los indicadores de desempeño clave son métricas que permiten comparar el valor de una variable contra un valor deseado que está representado en otra o como un valor absoluto dado. Estos se utilizan para cuantificar y monitorear de forma gráfica los objetivos del plan estratégico de la organización. (Cunha, Cunha y Almeida, 2011).

Estos indicadores de desempeño claves se organizan en cuatro perspectivas interrelacionadas entre sí: financiera, cliente, procesos internos, aprendizaje y crecimiento. Entre ellos, se encuentran: crecimiento de los ingresos, rentabilidad, margen de beneficios, reducción de los costes, retención de clientes, índice de clientes satisfechos, gastos totales, total de ingresos, índice de empleados satisfechos, ingresos por empleados, productividad del empleado, entre otras. Espino et al. (2015), han propuesto la inclusión de una quinta perspectiva, la sostenibilidad ambiental para monitorear el impacto ambiental mediante el control de indicadores como huella ecológica corporativa, consumo de recurso hídrico, disposición de los residuales, entre otros.

Pérez y García (2014), propusieron un procedimiento que guía la construcción de un CMI en cuatro etapas de modo que esté en correspondencia con la estrategia empresarial. Ganga et al. (2015), considera al respecto que para su diseño se debe en primera instancia, realizar un diagnóstico estratégico, que determine la situación actual de la organización, de modo que defina qué se quiere hacer, a

dónde se quiere llegar y cómo se va a lograr; luego se deben formular los objetivos y establecer los indicadores.

Un CMI bien diseñado e implementado puede resultar una herramienta de gestión muy valiosa, es una de las más usadas, numerosas encuestas así lo demuestran según el estudio que realizó Bain & Company en el 2015. El mismo refleja que es la sexta más utilizada en el mundo y la tercera en América Latina (Rigby y Bilodeau, 2015). Esto se debe a que mediante su empleo se tiene una visión global del desempeño de la organización, al brindar información relevante sobre las principales variables financieras y no financieras; además de favorecer el aprendizaje organizativo y facilitar la mejora continua. Contribuye a tomar decisiones certeras y pertinentes a corto y largo plazo de forma rápida y comprensible al mostrar la información mediante reportes gráficos que facilitan su análisis. Pueden emplearlo diversas organizaciones, algunos ejemplos así lo demuestran:

- CMI para una empresa distribuidora de refrescos en México. Permite identificar el comportamiento del capital humano desde la perspectiva de aprendizaje – crecimiento, para lo que se tiene en cuenta el clima y cultura organizacional y laboral, mediante tres indicadores: la satisfacción, la retención y la productividad del empleado (Terán, Sánchez y Ruíz, 2012).
- CMI para el Centro de Inmunología Molecular en Cuba. Permite gestionar sus procesos de dirección que responden a elementos financieros y no financieros. Evalúa la eficacia de la actividad científica-investigativa al medir indicadores de productividad científica (Padilla et al., 2014).
- CMI para la administración estratégica en organizaciones no gubernamentales. Experiencia que puede aplicarse para el incremento de la eficiencia en la gestión de cualquier organización (Ganga et al., 2015).
- CMI como instrumento de gestión en la nutrición clínica. Permite el seguimiento y la monitorización de los principales indicadores de la actividad sanitaria, identifica los elementos clave cuya medición y control definirán la adecuada prestación del servicio (Gutiérrez, Mauriz y Culebras, 2015).
- CMI para los hospitales de Chile. Permite monitorear centralmente las metas a nivel de país al evaluar la implantación de la estrategia (Leyton, Huerta y Paúl, 2015).



- CMI para la finca agropecuaria Yanapanakuna en Bolivia. Permite la planificación, organización, ejecución y control de sus objetivos institucionales de forma dinámica, así como la retroalimentación e integración de todos sus recursos (Pirovano, 2015).
- CMI del grupo empresarial CIMEX, en Cuba. Permite conocer el funcionamiento de las empresas y el desempeño global de la organización al analizar el cumplimiento de los indicadores financieros y de recursos humanos, así como, comparar los resultados en diferentes períodos y el estado del negocio (Simón et al., 2015).
- CMI para una empresa eléctrica integrada que opera en Argentina. Cuenta con un conjunto de indicadores dinámicos cuyos seguimientos y evaluaciones periódicas permiten a la dirección contar con un mayor conocimiento de la situación en tiempo real al identificar y prevenir posibles desviaciones que se puedan producir, además, evalúa la eficiencia financiera y económica de forma integral (Suarez, De Marco y Prat, 2015).
- CMI para el grupo alimentario Guissona en España. Monitorea a partir de 27 indicadores el negocio de tiendas y ventas al cliente, para lo cual mide la validez y éxito de la estrategia (Amat, Banchieri y Campa, 2016).
- CMI para la medición del desempeño de la red de suministros de medicamentos en un hospital público de tercer nivel en la ciudad de Bogotá. Facilita el análisis de la información, lo que mejora el proceso de toma de decisiones dentro de la organización (Arciniégas, Camacho, Duarte y Naranjo, 2016).
- CMI para la gestión estratégica de ventas y de relación con los clientes. La propuesta optimiza el desempeño de las áreas estratégicas y disminuye el tiempo al generar informes y ejecutar tareas gerenciales (Rodríguez, Salazar y Jara, 2017).
- CMI para apoyar la gestión organizacional y el logro de los objetivos estratégicos de las empresas productivas del Cantón La Troncal, provincia del Cañar, en Ecuador. Permite obtener información integral, confiable y segura para que los directivos tomen decisiones claras, lo que reduce el grado de incertidumbre (Cordero y Rodríguez, 2017).
- CMI para el control y gestión de las instituciones de educación superior ecuatorianas. Contribuye a optimizar los procesos y la gestión académica basada en

indicadores para la planificación, organización, ejecución y control de los objetivos institucionales (Morochó, Andrade, Vinueza y Calderón, 2017).

- CMI para la cuantificación y parametrización de los objetivos estratégicos de los planes operativos que permita realizar un análisis de las brechas estratégicas en la empresa MELANS de calzado de la provincia de Tungurahua en Ecuador (Zambrano, López y Herrera, 2017).

Consideran Sánchez, Vélez y Araújo (2016), que el CMI es de gran importancia para la implementación de la estrategia no solo para grandes corporaciones, sino también para poner en marcha un negocio y reducir el riesgo de fracaso en los primeros años de vida de una nueva empresa. Estos autores proponen una metodología que enlaza las perspectivas del CMI con información recogida de manera previa con la herramienta Canvas para la generación de modelos de negocios.

Argüello y Quesada (2015), en estudio realizado sobre la implementación de CMI en pequeñas empresas, consideran que pueden emplearse sin ninguna dificultad a pesar de que poseen en ocasiones, ciertas limitantes como carecer de una estrategia de negocio explícita y suelen concentrarse en prioridades a corto plazo. Con varios ejemplos estos autores demuestran la pertinencia de su uso.

Por su parte, Rivero y Galarza (2017) son del criterio que el CMI es de gran utilidad debido a que hace posible la alineación de los objetivos estratégicos con la gestión operativa, y que su ventaja no depende del tipo de organización en la que se aplique, sino de los problemas que confronten para mejorar los resultados de su gestión. Desde su perspectiva, la capacidad de formación de la organización a nivel ejecutivo es quizás el aspecto más innovador que posee esta alternativa tecnológica.

A pesar de que consideran Rodrigues, Lima y Aibar (2017), que es un modelo que facilita la comunicación, el alineamiento organizacional y aumenta la eficacia en la toma de decisiones, piensan que constituyen factores determinantes de su implementación la incertidumbre percibida del entorno y el compromiso de la alta dirección; además, que su aplicación debe ser adaptada, para lo cual se debe considerar las especificidades y dinámicas de la organización.



MINERÍA DE DATOS

La Minería de Datos (DM por sus siglas en inglés, *Data Mining*) según Dean (2014), es un proceso de exploración y análisis, por medios automáticos o semiautomáticos, de datos históricos para descubrir patrones y reglas, que se aplican sobre nuevos para las predicciones y previsiones. Para Medina y Gómez (2014), es la convergencia del aprendizaje automático, la estadística, el reconocimiento de patrones, la Inteligencia Artificial, la visualización, búsqueda y recuperación de información, para elaborar procesos esenciales donde se aplican una serie de métodos inteligentes mediante el uso de algoritmos que permiten obtener un conocimiento histórico y prospectivo para la toma de decisiones.

Consideran Bustos, Moreno y Duque (2011), que la DM tiene como objetivo analizar los datos para extraer conocimiento en forma de relaciones, patrones o reglas inferidas. Además, que se distinguen dos tipos de tareas: predictivas, donde se tratan problemas en los que hay que predecir uno o más valores para uno o más ejemplos; y descriptivas, que buscan describir y arrojar luces a la interpretación de los datos. Para construir una solución BI que utilice técnicas de DM se definen tres fases:

1. Se seleccionan los datos, estos pueden estar contenidos en un DW.
2. Se procesa la información, para ello se eliminan los datos que no son necesarios.
3. Se aplican los diferentes modelos o técnicas de explotación para así obtener información útil, entre ellas se encuentran: predicción, asociación - detecta asociaciones, *clustering* - búsqueda de elementos afines en un conjunto, árboles de decisiones - herramienta de clasificación, series temporales - algoritmo específico para predecir los valores de magnitudes en función del tiempo, algoritmo Naive Bayes - para buscar correlaciones entre atributos y redes neuronales - resuelve problemas de clasificación y regresión al igual que los árboles de decisión.

Gorbea (2013), considera que la ventaja de emplear herramientas que usan métodos de DM radica en que permiten descubrir la información oculta en las bases de datos y transformarlas en un valioso conocimiento tanto retrospectivo (histórico) como prospectivo (proyecciones) o

compreensivo (entender lo que ocurre), lo cual resulta muy útil en la toma de decisiones en las organizaciones. Su empleo tiene interés en varios campos entre los que se encuentran:

- En el ámbito clínico, para identificar y diagnosticar patologías, así como, descubrir posibles interrelaciones entre diversas enfermedades.
- En el campo de la psicología, para la medición o evaluación de distintos constructos psicológicos (Mariñelarena, Errecalde y Castro, 2017).
- Para la predicción de los indicadores económico-financieros, tales como los ingresos y gastos.
- Para evaluar el comportamiento de los clientes en una empresa o sector financiero, a partir de sus criterios, si son buenos o malos clientes y sus preferencias de compras, de acuerdo a los registros de información de ellos.
- Para la exploración de datos que llegan desde ambientes educacionales, para comprender los matices de aprendizaje de los diferentes alumnos y la identificación de sus preferencias para los resultados educativos. Además, puede emplearse desde la administración educativa, para evaluar la situación de este tipo de entornos y sacar conclusiones sobre los resultados de las políticas en su contexto real (Sedeño, 2015). También para identificar el comportamiento de los estudiantes al interactuar con su entorno de aprendizaje, materiales y tutores (Rosado y Verjel, 2017).

La DM produce cinco tipos de información: asociaciones, secuencias, clasificaciones, agrupamientos y pronósticos. Existen muchas soluciones BI que utilizan técnicas de DM, una muestra de ellos se cita a continuación:

- Sistema para el soporte a la investigación bioinformática. Permite el análisis de grandes volúmenes de datos, extrae información y conocimiento subyacente al descubrir patrones que se traducen en conocimiento (Bustos, Moreno y Duque, 2011).
- Sistema bioinformático ganadero para la toma de decisiones en transferencia de embriones. Permite la captura, análisis y gestión de la información a través de dispositivos móviles mediante un modelo matemático predictivo y fiable para la obtención de mayores índices de preñez en bovinos (Castaño et al., 2014).
- Sistema para interpretar los cambios bioquímicos que ocurren en los cerebros de los roedores. Permite realizar



- el análisis automático de grandes cantidades de datos provenientes de la electroforesis capilar. Tiene la capacidad de eliminar componentes ruidosas de la señal adquirida, incrementar la capacidad de identificar sustancias solapadas, reconocer patrones con variaciones en tiempo y amplitud, realizar mediciones precisas; así como extraer y visualizar información de fácil comprensión. Es una herramienta útil para ayudar a un experto en el análisis del comportamiento del cerebro (Altamiranda, Aguilar y Hernández, 2015).
- Sistema para predecir la demanda del servicio aéreo en Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Sirve para predecir el comportamiento de las personas para elegir entre las alternativas de transporte (Rosado y Verjel, 2015).
 - Sistema para apoyar el proceso de captación de matrícula en instituciones de educación superior particulares de México. Genera un modelo predictivo que apoya en el seguimiento de inscripción. Constituye una herramienta importante para centrar esfuerzos y recursos donde exista mayor probabilidad de realizarse inscripciones (Estrada, Zamarripa, Zúñiga y Martínez, 2016).
 - Sistema para el flujo completo de análisis de datos de espectrometría de masas, para lo cual se emplea desorción/ionización láser asistida por matriz con detector de tiempo de vuelo (MALDI-TOF). Permite identificar proteínas para realizar identificación de biomarcadores, diagnóstico automático o descubrimiento de conocimiento. Es una herramienta de código libre puesta a disposición de la comunidad científica (<http://sing.ei.uvigo.es/massup/>), cuenta con una interfaz gráfica intuitiva que permite su empleo por parte de usuarios no expertos en bioinformática y programación (López, 2016).
 - Sistema para la predicción de la eficiencia de las instituciones de educación superior colombianas. Cuenta con reglas de predicción con base a un grupo de indicadores de gestión que pueden ser utilizadas en el diseño de políticas educativas para determinar las razones de algunas ineficiencias de estas instituciones (Visbal, Mendoza y Orjuela, 2017).
 - Sistema para la predicción del rendimiento académico en estudiantes. Permite a partir de algunas actividades académicas iniciales del curso, predecir con cierto porcentaje de exactitud, el rendimiento académico de los estudiantes al final el mismo (Rico y Sánchez, 2018).

- Sistema para identificar el comportamiento o generar, analizar y comprender para descubrir patrones en datos climatológicos. Permite orientar el proceso de toma de decisiones, así como la formulación de estrategias de prevención ante posibles desastres naturales (Castorena, Silva, Domínguez y Rodríguez, 2018).

SISTEMAS EXPERTOS

Los Sistemas Expertos también conocidos como Sistemas Basados en Conocimiento, son aplicaciones informáticas que, como los caracteriza Mariño (2014), emulan el razonamiento de un especialista para solucionar un conjunto de problemas que exigen un gran dominio sobre un determinado tema. Existen tres tipos según Montiel y Riveros (2014): basados en reglas que se establecen previamente, en casos y en redes bayesianas. Cada uno se basa en heurística, dan explicaciones de los resultados, usan reglas de inferencia, tienen una base de conocimientos (deductivas) y manejan conocimientos imprecisos, contradictorios o incompletos.

La aplicación de los Sistemas Expertos aporta numerosas ventajas a diferentes organizaciones en la resolución de problemas complejos, por ejemplo, en la medicina para el diagnóstico médico, como instrumento de apoyo para procesos pedagógicos y para resolver problemas complicados de planificación en la economía y la industria. En el área financiera se desarrollan propuestas desde hace muchos años, estudio realizado por Sosa (2007) así lo demuestra, con aplicaciones en la planeación corporativa financiera, análisis de inversiones, estados financieros, tendencias, desviaciones, riesgos; así como, concesión de créditos, interpretación de índices, cálculo y asignación de costos, entre otros aspectos. Pueden responder a preguntas y resolver problemas mucho más rápido que un experto humano por lo que son muy valiosos en casos que el tiempo de respuesta sea crítico. Entre las muchas propuestas desarrolladas se mencionan las siguientes:

- Sistema Experto para el apoyo a la construcción de aplicaciones para laboratorios clínicos basado en el estándar internacional *Health Level Seven 7* (HL7). Ofrece soporte a analistas de sistemas de información de salud, en el proceso de mapeo de modelos Entidad Relación a modelos de información para laboratorios clínicos al estándar HL7. Mediante su empleo se aumenta la calidad semántica de los mapeos, en



comparación con el proceso que realizan los arquitectos de sistemas de forma manual (Acosta et al. 2011).

- Sistema Experto para el diagnóstico de enfermedades autoinmunes específicas de órganos. Integra el conocimiento clínico con el modelo ofrecido por *Internist* (sistema experto médico que permite encontrar las enfermedades que más se ajusten a los hallazgos encontrados en un paciente), mediante una ontología que maneja los diferentes conceptos por medio de reglas declaradas en un motor de inferencia. Es una herramienta útil para el diagnóstico de este tipo de enfermedades (Cabrera, 2014).
- Sistema Experto para regular la tensión en Redes de Distribución. Basado en reglas heurísticas identifica el tipo de problema de regulación de manera ágil, eficiente y oportuna. Permite al operador de la red responder de manera más rápida ante las desviaciones sostenidas de tensión, lo que mejora la calidad del servicio y optimiza la cantidad de maniobras en los equipos de los nodos de distribución, esto contribuye al aumento de su vida útil (Cervera y Caicedo, 2015).
- Sistema Experto para apoyar a los especialistas en el diagnóstico oportuno de la “Tetralogía de Fallot”. Después de ingresarse los síntomas que presenta el paciente, el sistema muestra el diagnóstico de la enfermedad que presenta expresándolo en porcentaje, con el empleo de la técnica probabilística mediante redes bayesianas (Delgado, Cortez y Ibáñez, 2015).
- Sistema Experto basado en reglas para la selección del tipo de recuperación en áreas dañadas por la minería en canteras de materiales de la construcción. Permite clasificar las áreas degradadas a partir de las características de las unidades de espacio de la cantera e identificar los impactos ambientales provocados por la explotación minera. Además, propone las medidas que pueden aplicarse para minimizar estos impactos y recomienda el tipo de recuperación que debe aplicarse, así como los posibles usos futuros del terreno (Rosario et al., 2015).
- Sistema Experto para el almacenamiento, manejo y visualización de la información proveniente de estudios clínicos y de análisis microbiológicos de bacterias

obtenidas del tracto respiratorio del paciente con fibrosis quística. Permite la monitorización de las infecciones respiratorias, la prevención de exacerbaciones, la detección de organismos emergentes y la adecuación de las estrategias de control de infecciones pulmonares en pacientes con esta enfermedad. Visualiza mediante gráficos, esquemas y diagramas, la evolución de los parámetros respiratorios y la clínica, así como los cambios en las poblaciones microbianas responsables de los procesos pulmonares infecciosos crónicos (Prieto et al., 2016).

- Sistema Experto basado en reglas para analizar y predecir la preferencia de los consumidores de un nuevo producto (Yang, et. al., 2016).
- Propuesta para generar explicaciones de los estados por los que transita un Sistema Experto centrado en la biolixiviación de cobre. Aumenta el conocimiento sobre este proceso al incorporar una representación ontológica que permite identificar qué comportamiento es más relevante en un instante dado y cuál es la mejor manera de describirlo (Flores y Hadfeg, 2017).

Sistema Experto para apoyar la toma de decisiones sobre la aprobación o rechazo de líneas de crédito (Peña, Chan y Balam, 2018).

CONCLUSIONES

Los sistemas BI constituyen herramientas útiles para obtener conocimiento, lo que garantiza una mejor toma de decisiones en las organizaciones gracias a la rapidez de procesamiento. Con los DW se pueden integrar diferentes bases de datos, los CMI permiten el control de los planes estratégicos, la DM aplica métodos inteligentes para predecir o describir información y los Sistema Expertos manejan conocimientos imprecisos, contradictorios o incompletos. Su facilidad de uso hace que se puedan aplicar a cualquier área para el análisis de información en tiempo real.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrego, D., Sánchez, Y. y Medina, J. M. (2017). Influencia de los sistemas de información en los resultados organizacionales. *Contaduría y Administración*, 62(2), 303-320. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2016.07.005>
- Acosta, M. Y., Arteaga, I. G., González, C. y López, D. M. (2011). Sistema Experto para el desarrollo de soluciones de interoperabilidad en Sistemas de Información para Laboratorios Clínicos basado en el Estándar Internacional HL7. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(32), 73-103.
- Ahumada, E. y Perusquia, J. M. A. (2016). Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. *Contaduría y Administración*, 61(01), 127-158. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.09.006>
- Altamiranda, J. A., Aguilar, J. y Hernández, L. (2015). Sistema de reconocimiento de patrones de sustancias químicas cerebrales basado en minería de datos. *Computación y Sistemas*, 19(1), 89-107. <https://doi.org/10.13053/cys-19-1-1409>
- Amat, O., Banchieri, L. C. y Campa, F. (2016). La implantación del cuadro de mando integral en el sector agroalimentario: el caso del grupo alimentario guissona. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 24(1), 25-36. <https://doi.org/10.18359/rfce.1619>
- Arciniégas, L. C., Camacho, M. Á., Duarte, E. L. y Naranjo, A. (2016). Medición del desempeño de la red de suministros de medicamentos en un hospital público de tercer nivel en la ciudad de Bogotá, a través del cuadro de mando integral. *Ingeniare*, (20), 75-90.
- Argüello, E. y Quesada, C. (2015). Implementación del Cuadro de Mando Integral en pequeñas empresas: una revisión de literatura. *Revista de Ciencias Económicas*, 33(2), 79-120. <https://doi.org/10.15517/rce.v33i2.22227>
- Bures, V., Otcenaskovs, T. y Jasikova, V. (2012). The evaluation of external data resource for business intelligence applications: the example of the Czech Republic. *Journal of Systems Integration*, 3(1), 32-44. <http://dx.doi.org/10.20470/jsi.v3i1.110>
- Bustos, L. S., Moreno, R. y Duque, N. D. (2011). Modelo de una bodega de datos para el soporte a la investigación bioinformática. *Scientia et Technica*, 3(49), 145-152. <http://dx.doi.org/10.22517/23447214.1501>
- Cabrera, C. H. (2014). Sede: prototipo de sistema experto para el diagnóstico de enfermedades autoinmunes de órgano basado en internist. *Universidad y Salud*, 16(2), 207 - 218.
- Cairo, A. (2017). Visualización de datos: una imagen puede valer más que mil números, pero no siempre más que mil palabras. *El Profesional de la Información*, 26(6), 1025. <https://doi.org/10.3145/epi.2017.nov.02>
- Camargo, J. J., Joyanes, L. y Giraldo, L. M. (2016). La inteligencia de negocios como una herramienta en la gestión académica. *Revista Científica*, 1(24). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a11>
- Castaño, N. J., Céspedes, F. A., Isaza, O. y Betancur, J. F. (2014). Sistema bioinformático ganadero para la toma de decisiones en procesos de transferencia de embriones. *Ventana Informática*, 30, 217-231.
- Castorena, J. A., Silva, A. E., Domínguez, A. J. y Rodríguez, D. L. (2018). El uso de herramientas tecnológicas de minería de datos en el análisis de datos climatológicos. *RECI Revista Iberoamericana de las*



- Ciencias Computacionales e Informática, 7(13).
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23913/reci.v7i1.3.75>
- Castro, Y., Brizuela, E. I. L. y Pellicer, Y. S. (2014). Almacén de Datos para la Gestión Energética en el Ministerio de la Agricultura. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 8(3), 1-13.
- Cervera, A., y Caicedo, G. (2015). Sistema Experto para regular tensión en Redes de Distribución. *Ingeniería y Competitividad*, 17(1), 23-34.
<https://doi.org/10.25100/iyc.v17i1.2198>
- Chiriboga, W. A., Cárdenas, M. P., Carreño, W. V., Murillo, G. del P., Pico, B. R. y Mesias, J. (2016). Aplicación informática para la integración y alimentación de datos del Balanced Scorecard de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 7(4), 289-298.
- Cordero D. M. y Rodríguez, G. (2017). La inteligencia de negocios: una estrategia para la gestión de las empresas productivas. *Ciencia Unemi*, 10(23), 40-48.
- Cravero, A. L., Sepúlveda, S. E., Mazón, J. N. y Trujillo, J. C. (2013). Un enfoque de ingeniería de requerimientos basada en el alineamiento de almacenes de datos y la estrategia del negocio. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(3), 314-327.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000300002>
- Cunha, A. L., Cunha, A. A. y Almeida, F. M. (2011). Caracterización del uso de indicadores de desempeño no financieros en el sector hotelero. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 20(4), 876 – 890.
- Dean, J. (2014). *Big Data, Data Mining, and Machine Learning* (Vol. 8). New Jersey and Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Delgado, L., Cortez, A. y Ibáñez, E. (2015). Aplicación de metodología Buchanan para la construcción de un sistema experto con redes bayesianas para apoyo al diagnóstico de la Tetralogía de Fallot en el Perú. *Industrial Data*, 18(1), 135-148.
<http://dx.doi.org/10.15381/idata.v18i1.12076>
- de Mul, M., Alons, P., Der Velde, P. van, Konings, I., Bakker, J. y Hazelzet, J. (2012). Development of a clinical data warehouse from an intensive care clinical information system. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 105(1), 22-30.
<https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2010.07.002>
- Espino, A., Nogueira, D., Sánchez, R. y Aguilera, A. (2015). La sostenibilidad ambiental como perspectiva del Cuadro de Mando Integral. *Ingeniería Industrial*, 36(3), 328-339.
- Estrada, R. I., Zamarripa, R. A., Zúñiga, P. G. y Martínez, I. (2016). Aportaciones desde la minería de datos al proceso de captación de matrícula en Instituciones de Educación Superior particulares. *Revista Electrónica Educare*, 20(3), 1-21.
<https://doi.org/10.15359/ree.20-3.11>
- Flores, V. y Hadfeg, Y. (2017). Un método para generar explicaciones de resultados de un Sistema Experto, usando Patrones de discurso y Ontología. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (21), 99-114.
<http://dx.doi.org/0.17013/risti.21.99-114>
- Gálvez, A. C., Castañeda, M. y Tarazona, G. M. (2017). Modelo de integración inteligencia de negocios y gestión del conocimiento. *Redes de Ingeniería, (Especial)*, 109-118.
- Ganga, F., Ramos, E., Leal, A. y Pérez, K. (2015). Administración estratégica: aplicación del Cuadro de Mando Integral a una organización no gubernamental. *Revista de Ciencias Sociales*, XXI (1), 136-159.



- Gorbea, S. (2013). Tendencias transdisciplinarias en los estudios métricos de la información y su relación con la gestión de la información y del conocimiento. *Perspectivas em Gestao & Conhecimento*, 3(1), 13-27.
- Gorbea, S. y Madera, M. de J. (2017). Diseño de un data warehouse para medir el desarrollo disciplinar en instituciones académicas. *Investigación Bibliotecológica. Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 31(72), 161-181. <http://dx.doi.org/10.22201/iibi.0187358xp.2017.72.57828>
- Gutiérrez, C. G., Mauriz, J. L. y Culebras, J. M. (2015). El cuadro de mando integral como instrumento de gestión en la nutrición clínica. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 403-410.
- Hernández, G. A. (2017). Arquitectura de software para la construcción de un sistema de cuadro de mando integral como herramienta de inteligencia de negocios. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(2), 143-152.
- Inmon, W. H. (2005). *Building the Data Warehouse. The Data Warehouse Environment*. In: *The Structure of the Data Warehouse (Fourth Edition)*. Nueva York: Wiley Publishing, Inc. 29-59.
- Leyton, C. E., Huerta, P. C. y Paúl, I. R. (2015). Cuadro de mando en salud. *Salud Pública de México*, 57(3), 234-241.
- López, H. (2016). Resumen de tesis: Aplicación de técnicas de minería de datos e inteligencia artificial a datos de espectrometría de masas para el descubrimiento de conocimiento. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 19(57), 22-25. <https://doi.org/10.4114/ia.v19i57.1144>
- Mariñelarena, L., Errecalde, M. L. y Castro, A. (2017). Extracción de conocimiento con técnicas de minería de textos aplicadas a la psicología. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 9(2), 65-76.
- Mariño, S. I. (2014). Los sistemas expertos para apoyar la gestión inteligente del conocimiento. *Vínculos*, 11(1), 101-108. <https://doi.org/10.14483/issn.2322-939X>
- Medina, F. y Gómez, C. (2014). Funcionalidades de la minería de datos. *Revista Ingeniería y Región*, 12, 31-40. <http://dx.doi.org/10.25054/22161325.728>
- Montiel, L. y Riveros, V. (2014). Los sistemas expertos en el ámbito educativo. *Omnia*, 20(1), 11-28.
- Morocho, Á. A., Andrade, D. J., Vinueza, S. X. y Calderón, M. A. (2017). Cuadro de mando integral para el control y gestión de las instituciones de educación superior ecuatorianas. *Reciamuc*, 1(4), 620-648. <https://doi.org/10.26820/reciamuc/1.4.2017.620-648>
- Nolasco, J. S. (2017). Impacto de la inteligencia de negocios en el logro de decisiones más precisas en las empresas mineras. *Revista Gerencia*, 2(2), 2-12.
- Padilla, D., Acevedo, J. A., Lage, A. y Figaredo, F. (2014). El Cuadro de Mando Integral en el Centro de Inmunología Molecular. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 240-253.
- Peñaherrera, S. X., Ortiz, S. O. y Herrera, J. B. (2017). Balanced Scorecard aplicado en empresas de calzado de la provincia de Tungurahua: caso MELAN. *Revista Publicando*, 4(2), 701-719.
- Peña, J. J., Chan, O. A. y Balam, C. d. C. (2018). Sistema experto en apoyo a toma de decisiones para aprobación de líneas de crédito. *Pistas Educativas*, 39(127), 402-411.



- Pérez, A. y Moreno, M. (2014). Un Observatorio Tecnológico con un enfoque de Inteligencia de Negocio. *Ciencias de la Información*, 45(3), 11-18.
- Pérez, P. y García, L. (2014). La construcción de un cuadro de mando integral de tecnologías de la información en una empresa. *Visión de futuro*, 18(2), 154-171.
- Pirovano, G. (2015). Propuesta de aplicación del cuadro de mando integral para la finca Yanapanakuna. *Revista Perspectivas*, 18(35), 119-146.
- Prieto, C. I., Palau, M. J., Martina, P., Achiary, C., et al. (2016). Cystic Fibrosis Cloud database: Un sistema informático para el almacenamiento y manejo de datos clínicos y microbiológicos del paciente con fibrosis quística. *Revista Argentina de Microbiología*, 48(1), 27-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2015.11.002>
- Reddy, G. S., Srinivasu, R., Chander, M. P. y Rikkula, S. R. (2010). Data Warehousing, Data Mining, Olap and Oltp technologies are essential elements to support decision-making process in industries. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2(9), 2865-2873.
- Ricardo Dario, B. (2009). HEFESTO: Metodología propia para la Construcción de un Data Warehouse. Córdoba, Argentina.
- Rico, A. y Sánchez, D. (2018). Diseño de un modelo para automatizar la predicción del rendimiento académico en estudiantes del IPN. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(16). <https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.340>
- Rigby, D. y Bilodeau, B. (2015). *Management tools & Trends 2015*. Recuperado 9 de enero de 2018, a partir de <http://www.bain.com/publications/articles/management-tools-and-trends-2015.aspx>
- Rivero, K. y Galarza, J. (2017). El cuadro de mando integral como una alternativa para el seguimiento y control de la estrategia en las instituciones de educación superior. *Revista Cubana Educación Superior*, (3), 85-95.
- Rodrigues, P., Lima, L. y Aibar, B. (2017). La incertidumbre percibida del entorno y el apoyo de la alta dirección en la implementación del Cuadro de Mando Integral. *Revista Contabilidad e Controladora*, 9(2), 11-22. <http://dx.doi.org/10.5380/rcc.v9i2.50275>
- Rodríguez, M. G., Salazar, F. I. y Jara, L. S. (2017). Análisis e inteligencia de negocios con evaluación de indicadores claves de desempeño. *I+ D Tecnológico*, 13(2), 67-75.
- Rosado, A. A. y Verjel, A. (2015). Minería de datos aplicada a la demanda del transporte aéreo en Ocaña, Norte de Santander. *Revista Tecnura*, 19(45), 101-113. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.3.a08>
- Rosado, A. A. y Verjel, A. (2017). Aplicación de la Minería de Datos en la educación en línea. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(29), 92-98.
- Rosario, Y., Jiménez, K., Argüelles, D. y de Oca, A. M. (2015). Sistema experto para la elección del tipo de recuperación en canteras de materiales de construcción. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9(3), 33- 48.
- Sánchez, J. M., Vélez, M. L. y Araújo, P. (2016). Balanced scorecard para emprendedores: desde el modelo canvas al cuadro de mando integral. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 24(1), 37-47. <https://doi.org/10.18359/rfce.1620>



- Sedeño, A. (2015). La visualización de datos como recurso social: posibilidades educativas y de activismo. *Razón y Palabra*, 19(92), 1-14.
- Silva, R. R., Pino, F. N. y Alejo, O. J. (2018). Influencia de la inteligencia de negocio en el Marketing Turístico. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 329-333.
- Simón, A., Torres, M., García, L. y Ravelo, R. (2015). Evolución de la Gestión del Conocimiento en el Grupo Empresarial CIMEX. *Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología*, 3(2).
- Sosa, M. D. (2007). Inteligencia artificial en la gestión financiera empresarial. *Pensamiento y Gestión*, (23), 153-186.
- Suárez, E. B., De Marco, M. y Prat, M. (2015). Sistema de información: Cuadro de Mando Integral en una empresa eléctrica integrada. *Cuadernos del CIMBAGE*, (17), 19-36.
- Terán, O. E., Sánchez, I. y Ruíz, M. E. (2012). Cuadro de mando integral como herramienta para identificar el comportamiento del capital humano. *Omnia*, 18(1), 121-134.
- Torres, L. (2015). La gestión de información y la gestión del conocimiento. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 19(2), 96-98.
- Torres, C. A. y Córdova, J. A. (2014). Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales. *Cuadernos de Administración*, 30(52), 20-30. <https://doi.org/10.25100/cdea.v30i52>
- Tribiño, J. (2015). Inteligencia de Negocios. Una herramienta de apoyo para la toma de decisiones en operaciones militares. *Ensayos Militares*, 1(2), 161-178.
- Valero, J. L. (2014). La visualización de datos. *Ambitos: Revista internacional de comunicación*, (25), 105-119.
- Vanegas, E. y Guerra, L. M. (2013). Sistema de inteligencia de negocios para el apoyo al proceso de toma de decisiones. *Ingeniería UC*, 20(3), 25-34.
- Visbal, D. A., Mendoza, A. A. y Orjuela, S. J. (2017). Predicción de la eficiencia de las instituciones de educación superior colombianas con análisis envolvente de datos y minería de datos. *Pensamiento & Gestión*, (42), 140-161. <http://dx.doi.org/10.14482/pege.42.10467>
- Yang, Y., Fu, C., Chen, Y. W., Xu, D. L. y Yang, S. L. (2016). A belief rule based expert system for predicting consumer preference in new product development. *Knowledge-Based Systems*, 94, 105-113.

