

Sistema de Inteligencia de Negocio como apoyo a las decisiones en Gestión de Capital Humano

Business Intelligence System as a decision making support in the human capital management

Sistema de Business Intelligence como suporte para a tomada de decisão em Gestão de Capital Humano

**DAYKENIS CABALLERO FERIA¹, YIEZENIA ROSARIO FERRER²,
ROSA ISABEL URQUIZA SALGADO³**

Recibo: 03.07.2019 – Aprobación: 31.01.2020

DOI: <https://doi.org/10.30554/ventanainform.40.3408.2019>

Artículo de investigación científica y tecnológica⁴

Resumen: *Los cambios ocurridos a nivel mundial en el plano económico, político y tecnológico han acrecentado el interés empresarial en temas relacionados con la Gestión del Capital Humano, factor que ha pasado a considerarse como el activo más importante con que cuentan las instituciones. En este contexto, resulta imprescindible desarrollar mecanismos que permitan gestionar de manera eficiente la información sobre los empleados de la organización. Esta investigación presenta el desarrollo de una herramienta informática para apoyar la toma de decisiones en el ámbito de recursos humanos en una de las industrias del níquel en Cuba, mediante técnicas de Inteligencia de Negocios. Como parte de este proyecto se realizó un análisis de los elementos de la Inteligencia de Negocio, enfatizando en las metodologías y herramientas disponibles en el mercado para la implementación de este tipo de soluciones. Los resultados*

- 1 Ingeniera Informática. Máster en Matemática Aplicada e Informática para la Administración. Especialista en Gestión de Recursos Humanos. Empresa Ernesto Che Guevara (Moa, Holguín, Cuba). Correo electrónico: dferia@nauta.cu
- 2 Doctora en Ciencias Técnicas (Informática). Profesora Titular. Instituto Superior de Diseño Industrial, Universidad de la Habana (La Habana, Cuba). Correo electrónico: jessiehero@yahoo.com. ORCID: 0000-0001-9859-2902
- 3 Doctora en Ciencias Matemáticas. Profesora Titular. Universidad de Holguín (Holguín, Cuba). Correo electrónico: rurquiza@uho.edu.cu. ORCID:0000-0001-6299-5830
- 4 No asociado a un proyecto.

obtenidos se valoran positivamente tanto por la empresa como a criterio de expertos.

Palabras clave: *almacén de datos; gestión de capital humano; inteligencia de negocios; mercado de datos; toma de decisiones.*

Abstract: *The changes that have taken place at the global economic, political and technological level have increased business interest in issues related to Human Capital Management, a factor that has to be considered the most important asset in institutions. In this context, it is essential to develop mechanisms that allow efficient management of information about the employees of the organization. This research presents the development of a computer tool to support decision making in the field of human resources in one of the nickel industries in Cuba, using Business Intelligence techniques. As part of this project, an analysis of the elements of Business Intelligence was carried out, emphasizing the methodologies and tools available in the market for the implementation of this type of solutions. The results obtained are valued positively by the company as well as by experts.*

Keywords: *data warehouse; human capital management; business intelligence; data mart; decision making*

Resumo: *As mudanças que ocorreram no nível econômico, político e tecnológico globalmente aumentaram o interesse comercial em questões relacionadas à Gestão do Capital Humano, um fator que passou a ser considerado o ativo mais importante que as instituições possuem. Nesse contexto, é essencial desenvolver mecanismos que permitam o gerenciamento eficiente de informações sobre os funcionários da organização. Esta pesquisa apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para apoiar a tomada de decisão no campo de recursos humanos em uma das indústrias de níquel em Cuba, utilizando técnicas de Business Intelligence. Como parte deste projeto, foi realizada uma análise dos elementos de Business Intelligence, enfatizando as metodologias e ferramentas disponíveis no mercado para a implementação deste tipo de soluções. Os resultados obtidos são valorizados positivamente pela empresa, bem como por especialistas.*

Palavras-chave: *Armazém de dados; gestão de capital humano; inteligência de negócios; mercado de dados; tomada de decisão*

Introducción

En la actualidad, se percibe en los conceptos, modelos y tecnologías para la gestión humana en las organizaciones una revaloración del papel de las personas, por ser consideradas como el activo más importante con que cuentan. Es por ello, que un lugar importante dentro de las estrategias de las instituciones lo ocupa la Gestión de Capital Humano (GCH), y asociado a ello una eficiente y eficaz gestión de su información para la toma de decisiones. Pero la tarea de recopilar, procesar y transformar la información necesaria para generar conocimientos que sustenten la toma de decisiones no es trabajo simple, pues se dispone de fuentes de datos cada vez más numerosas, aisladas entre sí y a menudo, incompatibles.

Por tal razón, surge el área de la Inteligencia de Negocios, la misma ofrece la posibilidad de gestionar datos, basándose en procesos ETL (*Extract, Transform and Load*) a partir de disímiles fuentes, transformarlos en información útil, usando las fórmulas del negocio y de cargarlos en una aplicación de usuario en un formato adecuado para su comprensión.

Las industrias que producen níquel en la región nororiental de Cuba, desde sus inicios, han tratado de introducir las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en todas sus áreas; ya sea en la supervisión de la producción, como en los departamentos de regulación y control. Lograr mejores niveles de competencia de los empleados y del desempeño organizacional constituye un objetivo esencial para estas industrias cubanas. La GCH se enmarca dentro de los procesos que garantizan la ejecución de funciones administrativas.

Un estudio de este proceso, que incluyó la realización de entrevistas a especialistas y técnicos que laboran en la actividad, la revisión de documentos, la observación de la ejecución del trabajo, así como la participación en reuniones, permitió identificar deficiencias en la gestión de la información que allí se genera. El análisis de esta información no cubre las necesidades informativas de los directivos, pues las soluciones informáticas con que cuenta el área no están diseñadas para esa tarea, de manera que se torna engorroso y agotador llevarla a cabo. Se pueden destacar entre los principales problemas encontrados los siguientes: la información proviene desde varias actividades, recogidas en formatos heterogéneos atentando contra la homogenización, consolidación y centralización de la misma; cada área genera su propia información y no siempre existe retroalimentación entre los especialistas, lo que trae asociado la duplicidad de datos e informaciones; cada departamento tiene su propio sistema o herramienta informática para obtener y procesar sus datos, los cuales no se complementan, por lo que resulta necesaria la utilización de más de uno para obtener

informes completos; los técnicos se concentran en obtener datos y no en su análisis oportuno; se priorizan las actividades urgentes y no planificadas, dejando en un plano secundario el análisis de información para la alta dirección; la entrega de informes al Director de Recursos Humanos o a los especialistas principales no es oportuna, debido a que al confeccionarse de forma manual ocurre una pérdida de la necesaria inmediatez de la información; ausencia de informes sintetizados para los directivos. Estas deficiencias, a su vez, tienen incidencia negativa en los procesos de toma de decisiones sobre capital humano.

Todos estos elementos permiten concluir que, de manera general, no existe un mecanismo eficiente que permita el análisis adecuado y con celeridad de la información que sustenta la toma de decisiones sobre GCH en la industria del níquel; lo que dio lugar a la realización de esta investigación, planteando como una de sus primeras tareas, la búsqueda y el análisis de herramientas de procedencia nacional que pudieran solventar los problemas mencionados.

El resultado fue la caracterización de un compendio de sistemas informáticos cubanos para la GCH que permiten la gestión del personal, pero coinciden en que centran sus funcionalidades en el procesamiento transaccional en línea (OLTP- *On Line Transaction Processing*). En el mismo, los datos se almacenan para operación y control y dejan en un plano secundario las consultas y el análisis, de modo que ninguna de estas aplicaciones daría solución a las necesidades de procesamiento analítico de los datos para apoyar el proceso de toma de decisiones en la GCH. Además, fueron implementados según las características propias de las instituciones que lo aplican, por lo que sería muy compleja la etapa de adaptación a la empresa objeto de estudio. Muchas de estas aplicaciones fueron desarrolladas con tecnologías propietarias y las instituciones que los mantienen no permiten su libre empleo. Todos estos elementos demostraron la necesidad del desarrollo e implementación de una aplicación informática con técnicas de inteligencia de negocio para apoyar la toma de decisiones sobre GCH, propiamente para la industria del níquel. En este trabajo se presentan los elementos principales obtenidos durante el desarrollo e implementación del sistema propuesto.

1. Antecedentes

1.1 Inteligencia de Negocios

La Inteligencia de Negocio (*BI-Bussines Intelligence*) es un concepto que se asocia con los niveles directivos, por lo que surge de la necesidad de contar con información para dirigir el rumbo de la empresa por

los altos mandos. Sin embargo, con el tiempo se ha ido ampliando el alcance de este término hasta llegar prácticamente a toda la empresa. Como muchos otros conceptos, el de BI no escapa a la diversidad de interpretaciones.

Vercellis (2009, 4) plantea que: *«la inteligencia de negocios puede ser definida como un conjunto de modelos matemáticos y metodologías de análisis que sistemáticamente exploran los datos disponibles para recuperar información y conocimiento útil para apoyar procesos complejos de toma de decisiones»*.

Mientras Ramos (2011, 9) señala que *«la BI es el conjunto de estrategias y tecnologías que nos van a ayudar a convertir los datos en información de calidad, y dicha información en conocimiento que nos permita una toma de decisiones más acertada y nos ayuden así a mejorar nuestra competitividad»*

Analizando las definiciones, queda claro que BI no es una metodología, software, o herramienta específica, es más bien un conjunto de tecnologías que van desde arquitecturas para almacenar datos, métodos, técnicas para analizar información hasta software, con un fin común: el apoyo a la toma de decisiones, como afirman Kimball & Ross (2002, 393), Nader (2006, 53), Vaisman & Zimányi (2014, 3), y Curto (2017, 18).

1.2 Sistemas de soporte a la decisión

Un sistema de soporte a la toma de decisiones (*SSD-Decision Support System*) es una de las principales herramientas BI. Los autores Cohen & Asín (2009, 222) definen que: *«los sistemas de apoyo a las decisiones son un conjunto de programas y herramientas que permiten obtener de manera oportuna la información que se requiere durante el proceso de la toma de decisiones que se desarrolla en un ambiente de incertidumbre. Su objetivo real es proporcionar la mayor cantidad de información relevante en el menor tiempo posible»*. Los SSD se clasifican a su vez en: sistema de soporte para la toma de decisiones de grupo; sistema de soporte para toma de decisiones; sistema de información para ejecutivos (EIS)⁵; y sistemas expertos de soporte para la toma de decisiones. La aplicación propuesta en esta investigación se enmarca dentro de los EIS.

Las principales ventajas, consideran Cohen & Asín (2009, 291), que pueden obtenerse al utilizar este tipo de aplicaciones son:

5 Los componentes esenciales de un EIS son: la interfaz de usuario y la base de datos multidimensional, instalados sobre una arquitectura cliente/servidor según criterio de Nader (2006, 57).

- Mejora en los reportes corporativos a través de cambios en el método de recolección de información, mejoras en la integridad de los datos y rapidez en el proceso de obtención de la información.
- Cambios en los procesos de planeación y pronóstico. Un SSD fortalece el proceso de planeación y pronóstico, automatiza el proceso de planeación de la compañía y logra que los ejecutivos utilicen el sistema para la administración.
- Habilidad de realizar análisis específicos a través de la información almacenada en las bases de datos. La información interna y externa permiten al usuario ejecutivo manipular información crítica para ellos de manera flexible.

1.3 Almacenamiento de datos

EL núcleo de una solución BI lo constituye el almacén de datos (AD-*Datawarehouse*), pues es la estructura que provee un ambiente centralizado de toda la información de interés para la organización. La definición más aceptada a nivel mundial es la propuesta por Inmon et. al (2007, 7). Esta establece que un AD es: «*una colección de datos orientada a temas, integrada, variable en el tiempo y no volátil para soportar la toma de decisiones estratégicas*». En palabras simples, un AD es un repositorio de datos con fines estratégicos de negocio, concepto muy opuesto al objetivo de las bases de datos transaccionales. Su mayor importancia reside en que son fuente de materia prima selecta en los sistemas de soporte para la toma de decisiones. En el contexto de los AD es imprescindible referirse al término de mercado de datos (MD-*Data Mart*), el cual representa un almacén de datos departamental, de tamaño más pequeño y orientado a un tema más específico que el AD global de la compañía, sostienen Vercellys (2009, 49), Vaisman & Zimányi (2014, 74), Curto (2017, 33) e Imhoff et al. (2003, 14).

1.3.1 Modelado dimensional. El modelado dimensional es una adaptación del modelo relacional, con el fin de optimizarlo para responder de manera más rápida y eficiente a las consultas ejecutadas por los usuarios. Resulta esencialmente útil para resumir y organizar los datos y la presentación de información para soportar el análisis de la misma. Los conceptos básicos para comprender esta filosofía de modelado, de acuerdo con Kimball & Ross (2002, 16-24), Curto (2017, 34) y Bernabeu & García (2017, 50-56) son:

- Tablas de dimensiones: son el conjunto de tablas compañeras o guías para una tabla de hechos. Cada dimensión es definida por su clave primaria que sirve como base para la integridad referencial con cualquier tabla de hechos a la cual se une.

- Tablas de hechos: tabla primaria en cada modelo dimensional que contiene medidas del negocio. Cada medida es interpretada como la intersección de todas las dimensiones que la definen.
- Indicadores: son los indicadores de negocio. Aquellos conceptos cuantificables que permiten medir el proceso de negocio.

Un modelo dimensional se diseña siguiendo principalmente tres tipos de esquemas: esquema en estrella, esquema copo de nieve y esquema constelación, los cuales constituyen la colección de tablas del AD, según coinciden Ramos (2011, 28), Vaisman & Zimányi (2014, 124-126) y Bernabeu & García (2017, 61-66). Estos esquemas pueden ser implementados mediante la tecnología OLAP (*Online Analytical Processing*), la cual permite hacer análisis de datos en línea, lo que proporciona respuestas rápidas a consultas analíticas complejas e iterativas, utilizada generalmente para sistemas de ayuda para la toma de decisiones. Existen diferentes tipos de OLAP, que difieren principalmente en cómo se guardan los datos, según criterio de Vercellys (2009, 49), Vaisman & Zimányi (2014, 121-122), Curto (2017, 98) y Bernabeu & García (2017, 68-71). Ellos son: el proceso analítico en línea relacional (ROLAP-*Relacional Online Analytical Processing*), el proceso analítico en línea multidimensional (MOLAP- *Multidimensional Online Analytical Processing*) y el proceso analítico en línea híbrido (HOLAP- *Hybrid Online Analytical Processing*).

1.4 Metodologías de desarrollo

En la actualidad para llevar a cabo la ingeniería del software existen dos grandes grupos de metodologías: las tradicionales y las ágiles. Las primeras caracterizadas por ser procedimientos rígidos y dirigidos por la documentación que se genera en cada fase. El segundo grupo, enfocado en desarrollar aplicaciones rápidamente y que puedan responder a cambios inesperados del proyecto. Para llevar a cabo esta investigación se empleó una combinación híbrida entre una metodología ágil y una propuesta metodológica específica para el diseño de AD, debido a que las metodologías para construir almacenes de datos difieren en algunos aspectos significativos del ciclo de vida clásico de desarrollo de los sistemas operacionales.

1.4.1 Metodología de Desarrollo Conducido por Funcionalidades (FDD-*Feature Development Driven*). Enfoque ágil para el desarrollo de sistemas que no cubre todo el ciclo de vida del software, solo se ocupa del diseño y la construcción del mismo. Está pensado para proyectos con tiempo de desarrollo relativamente cortos y se basa en un proceso iterativo con iteraciones cortas que producen un software funcional que el cliente y la empresa pueden

ver y monitorear (Palmer & Felsing, 2002, 23), (Abrahamsson et al., 2017, 47-55).

1.4.2 HEFESTO. La metodología HEFESTO es una metodología, que según señala Bernabeu (2010, 85) está *«fundamentada en una amplia investigación, comparación de propuestas metodológicas existentes y experiencias en procesos de confección de AD. Los objetivos, artefactos y resultados en cada fase son sencillos de comprender por la simplicidad con que son presentados. Se mantiene en continua evolución, y se han tenido en cuenta, como gran valor agregado, todos los feedbacks aportados por diferentes usuarios que tiene a nivel mundial»*. Sus fases pueden sintetizarse de la siguiente manera: recolección de las necesidades de información de los usuarios y obtención de las preguntas claves del negocio, identificación de los indicadores y las perspectivas de análisis, construcción del modelo conceptual de datos del AD, análisis de los OLTP para determinar las correspondencias con los datos fuentes y para seleccionar los campos de estudio de cada perspectiva, construcción del modelo lógico del depósito (definición del esquema que se implementará), confección de las tablas de dimensiones y las tablas de hechos, realización de procesos ETL, carga inicial del AD y su respectiva actualización.

1.5 Herramientas de desarrollo

Cuba ha planteado una estrategia de migración hacia el software libre, pues ningún país soberano debe estar sujeto a las reglas de *marketing* de los monopolios del software. Es por ello, que las herramientas evaluadas se enmarcan solamente dentro de esa clasificación. De las aplicaciones encontradas se priorizó el análisis de las plataformas completas por contar con todos los requerimientos y artefactos necesarios para desplegar una aplicación BI. En la Tabla 1, se muestra la comparación de las principales características de las soluciones BI estudiadas.

Para realizar el proceso selectivo de la solución más adecuada para desarrollar el sistema propuesto se utilizó el "Método de Ponderación Lineal (Método del *Scoring*)", referenciado por Anderson, Sweeney & Williams (1998,748-760). Este procedimiento ofrece una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible en un problema de decisión multicriterio. Además, ha sido utilizado en trabajos investigativos similares como (Del Giudice & Della, 2010,82-86) y (Rodríguez, 2013,38). Luego de transitadas las etapas propuestas por el método antes planteado y aplicado el modelo para el cálculo de la puntuación, se obtuvo como resultado que la plataforma SpagoBI obtuvo la pon-

Tabla 1. Cuadro comparativo de herramientas BI (Construida a partir de (Castánder et al., 2013,53) (Golfarelli, 2009,6) (Torres et al., 2011,280))

Plataforma Funcionalidad	Pentaho	Jaspersoft	SpagoBI
Servidor de aplicación	Jboss, Tomcat	Jboss	Jboss, Tomcat
Colaboración			Dossier
Cuadro de mando	JFreeChart	JFreeChart	Openlazo
Minería de datos	Weka		Weka
Sistema gestor base de datos	Oracle, MySQL, MSSQL Server, PostgreSQL	Oracle, MySQL, MSSQL Server, PostgreSQL	Oracle, MySQL, MSSQL Server, PostgreSQL
ETL	Pentaho Data Integration	JasperETL	Talend Open Studio
Cronograma de trabajo	Quartz	Quartz	Quartz
OLAP	Mondrian y Jpivot	Mondrian y Jpivot	Mondrian y Jpivot
Reportes	Pentaho Report Designer, JasperReport, BIRT	JasperReport	JasperReport, BIRT
Autenticación y perfiles de usuario	Acegi	Acegi	Integrada en portal eXPortal
Exportar documentos	Si	Si	Si

deración más alta, por lo tanto, representa la mejor alternativa para el desarrollo la aplicación.

1.5.1 Plataforma SpagoBI. Es un producto de código abierto, libre 100%. Es considerado, señala SPAGOBI COMPETENCY CENTER (2012, 3), una plataforma de BI, pues cubre toda la gama de las necesidades analíticas y ayuda a los desarrolladores y administradores en su trabajo diario. La arquitectura de esta *suite* está compuesta por cinco módulos básicos: SpagoBI Server (servidor de BI que ofrece todas las funcionalidades básicas y analíticas), SpagoBI Meta (ambiente que se focaliza en los metadatos), SpagoBI Studio (entorno de desarrollo integrado), SpagoBI SDK (capa de integración con herramientas externas), SpagoBI Applications (para recopilar los modelos analíticos desarrollados).

1.5.2 PostgreSQL. Es un gestor de bases de datos orientadas a objetos muy conocido y usado en entornos de software libre. Posee un conjunto de funcionalidades avanzadas, que lo sitúa al mismo nivel que muchos sistemas de gestión de bases de datos comerciales. Cuenta con un rico conjunto de tipos de datos, permitiendo además su extensión mediante tipos y operadores definidos y programados por el usuario (POSTGRES DEVELOPMENT GROUP, 2019, 1).

2. Metodología

En esta sección, se describe el diseño e implementación del sistema informático propuesto, mediante la combinación de las metodologías FDD y HEFESTO como se mencionó en el apartado anterior. Se detallan las fases implementadas y los artefactos generados, así como la arquitectura de la aplicación.

2.1 Artefactos de FDD

Mediante el empleo de los artefactos que provee FDD y sus etapas, se transitó por el desarrollo de un modelo general, la construcción de una lista de funcionalidades, la planeación de cada una de ellas, así como su diseño y construcción, en ese orden respectivamente. En las dos últimas fases se empleó la metodología HEFESTO para la construcción del MD. Cabe destacar, que también fueron tenidas en cuenta para el diseño e implementación del software las características técnicas de las aplicaciones Web y de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones.

2.1.1 Desarrollo de un modelo general. De acuerdo con FDD, el primer proceso está dedicado al modelo de dominio, para ello se realiza una descripción de alto nivel de detalle del alcance de la herramienta informática y su contexto. Como criterio de salida se obtuvo un diagrama de clases que representa el dominio. La técnica que se sugiere para desarrollar esta representación general es el Modelado en color de UML⁶, que usa cuatro arquetipos con diferentes colores para dividir las categorías de las clases (amarillo: describe roles; azul: representa descripciones de tipo catálogo; verde: identifica una persona, lugar o cosa; rosa: refiere un momento en el tiempo).

2.1.2 Construcción de una lista de funcionalidades. En esta etapa se descompone la funcionalidad del dominio, a partir del modelo creado anteriormente en un conjunto de características priorizadas según la afinidad y dependencia entre ellas. Una funcionalidad es definida como un requisito de información del cliente. FDD recomienda como formato para su descripción el siguiente:

<acción><resultado><objeto>

La determinación de los elementos a incluir en la lista de funcionalidades estuvo en correspondencia con la bibliografía consultada, pero específicamente se tomaron como base algunas de las variables y perspectivas identificadas sobre la GCH en la tesis doctoral (De Miguel, 2006, 42-54), pues éstas se vinculan con los resultados más significati-

6 UML (Lenguaje Unificado de Modelado-*Unified Modeling Language*) es el lenguaje de modelado de desarrollo de software más conocido y utilizado en la actualidad. A partir de gráficos permite visualizar, especificar, construir y documentar un sistema.

vos de los procesos que tradicionalmente integran la GCH, resultando seleccionados los siguientes elementos:

Perspectiva de procesos:

- Inventario de personal

Perspectiva de crecimiento:

- Ausentismo, Fluctuación

A partir de esta lista, las funcionalidades fueron agrupadas y se diseñaron los conjuntos ampliados de funcionalidades, estos a su vez se subdividieron en conjuntos de funcionalidades. Al final se obtuvieron los cinco conjuntos ampliados de funcionalidades:

- Administración de altas
- Administración de bajas
- Administración de medidas disciplinarias
- Administración de certificados médicos
- Administración ausentismo laboral

Una vez construida la lista de funcionalidades obtenida en el paso anterior se estableció un plan por funcionalidades, que consistió en calendarizar la forma en la que serían construidas éstas.

2.1.3 Diseño y construcción de las funcionalidades. Para construir las funcionalidades fue necesario diseñar e implementar el MD que sustenta el almacenamiento de los datos en el sistema. A continuación, se describe su construcción.

2.2 Análisis y diseño del Mercado de Datos

Como se mencionó en la descripción de la Metodología, para el diseño y conceptualización del MD se seleccionó la metodología HEFESTO. Esta propone como primera tarea de la fase Análisis de Requerimientos, la identificación de las preguntas del negocio, en el caso analizado las preguntas son equivalentes a la lista de funcionalidades construida como parte de la aplicación de la metodología FDD. Una vez identificadas las preguntas de negocios se procedió a su análisis y descomposición para definir los indicadores y las perspectivas de análisis. Los indicadores son en general, valores numéricos y representan lo que se desea analizar concretamente. En cambio, las perspectivas se refieren a los objetos mediante los cuales se quiere examinar los indicadores, con el fin de responder a las preguntas planteadas.

Además de esta identificación, en este período se establece el estudio de las fuentes OLTP, por lo cual fueron revisadas y analizadas las herramientas existentes en la empresa para la GCH; las más importantes

son: las hojas de cálculo electrónicas Excel, bases de datos Access, y la base de datos del sistema transaccional iAra-SAGREH. A partir de ellos se determinó cómo calcular los indicadores para establecer las respectivas correspondencias con las fuentes de datos. En esta etapa se confeccionó además el modelo lógico del MD (ver Figura 1) y se escogió como esquema de modelado: el esquema constelación pues contribuye a la reutilización de las tablas de dimensiones. Una vez escogido el esquema, se diseñaron las tablas de dimensiones, las tablas de hechos y se establecieron sus respectivas relaciones.

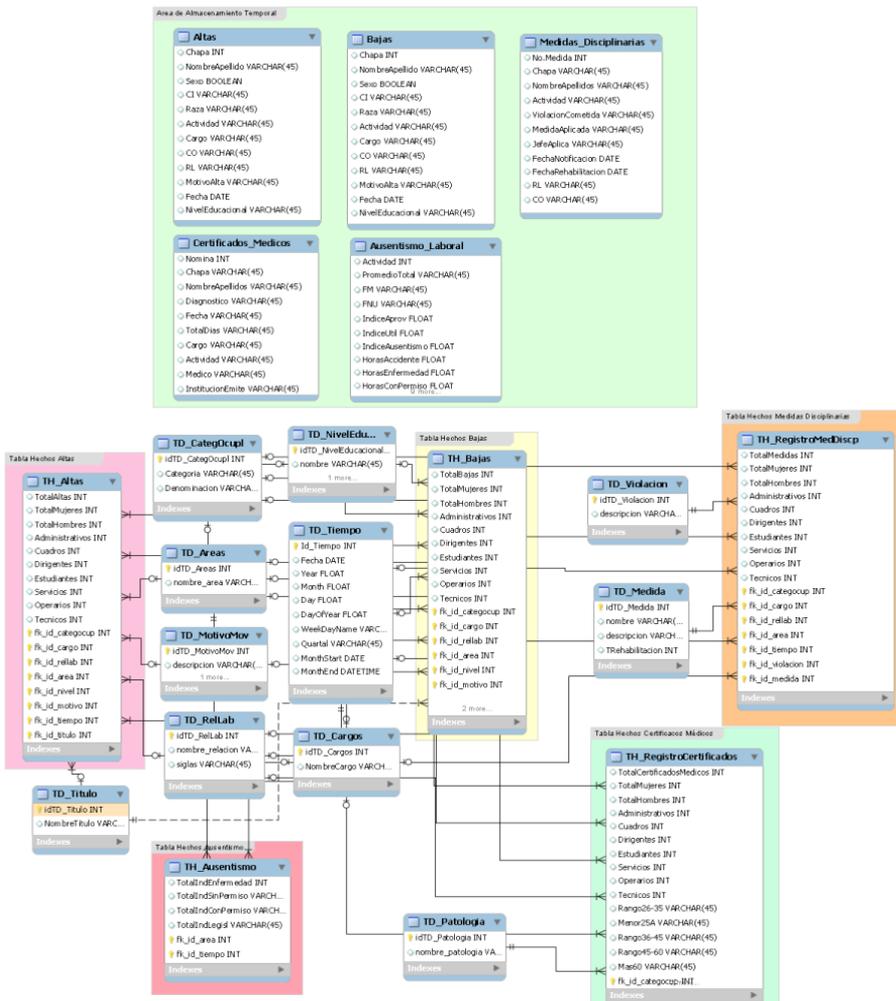


Figura. 1 Modelo físico del Mercado de Datos y Cubos OLAP (Elaboración propia)

2.3 Procesos de extracción, transformación y carga de los datos

Una vez construido el modelo lógico, se procedió a la integración de los datos como fase final de la metodología HEFESTO. Para ello se realizaron procesos ETL para las tareas relacionadas con la extracción, manipulación, integración, depuración de datos, carga y actualización del MD. La implementación de estos procesos se realizó con la herramienta Talend Open Studio⁷. Luego de concluido el diseño y la implementación del MD se crearon los cubos OLAP. Como parte de este proceso, se desarrollaron los modelos de negocio (*BM-Business Model*) y los conjuntos de datos que sustentarán la confección de los documentos analíticos y su posterior despliegue en el servidor SpagoBI. El resultado obtenido fue la implementación de cinco cubos multidimensionales que son: Registro de Altas, Registro de Bajas, Registro de Certificados Médicos, Registro de Medidas Disciplinarias, Registro de Ausentismo Laboral.

Estos cubos tienen en común algunas dimensiones (Dimensión Tiempo, Dimensión Categoría Ocupacional, Áreas, Dimensión Relación Laboral). Las dimensiones compartidas son aquellas que no pertenecen a uno en particular, sino que son creadas dentro de un esquema y pueden ser utilizadas por algunos o todos los cubos pertenecientes a este, lo que permite reducir el tiempo de ejecución de las consultas.

Además de los cubos OLAP, fueron creados varios conjuntos de datos, con el propósito de construir varias capas semánticas sobre el MD para redefinir los datos de un dominio específico en términos de elementos de negocio. De esta forma se provee a cada uno de los directivos de las diferentes áreas de la industria de la posibilidad de modelar y acceder a los datos desde su perspectiva.

3. Resultados y discusión

Los principales resultados que se obtienen con el desarrollo de esta investigación están asociados es la obtención de un Sistema de Soporte a la toma de decisiones en el ámbito de GCH para la empresa del níquel en Cuba. Mediante la implementación de técnicas de BI, es posible poner a disposición de directivos y especialistas de la entidad información estratégica del área de recursos humanos. La herramienta

⁷ Es una solución de código abierto, poderosa y versátil, que soluciona las necesidades de integración de datos en una organización. Está compuesto por tres aplicaciones principales (Modelador de Proceso, Diseñador de Trabajos y Gestor de Metadatos), dentro de un ambiente único de desarrollo basado en Eclipse (Java), que permite una fácil personalización, acorde con los requerimientos corporativos.

se sustenta en una arquitectura cliente-servidor soportado en tecnología web actual y la plataforma SpagoBI (ver la Figura 2), esta última con un funcionamiento basado en tres capas.

La aplicación desarrollada garantiza la extracción de información de las fuentes OLTP disponibles y su posterior transformación, limpieza y carga en el MD. Un importante logro obtenido con el software es la implementación de reportes automatizados. Estos pueden ser creados *ad hoc* por los usuarios finales.

La exportación de documentos es otra de las ventajas de la solución desarrollada, lo que permite que todos los documentos analíticos desplegados en el sistema puedan exportarse a varios formatos (HTML, PDF, XLS, XML, TXT, CSV, RTF) en dependencia del tipo de documento creado (documentos, reportes, gráficos).



Figura 12. Arquitectura general de CHE-RH

Figura 2. Arquitectura general del sistema implementado

Otra de las prestaciones de la aplicación, es la generación de gráficos como una de las opciones de mayor importancia para los directivos en la toma de decisiones en la GCH, pues la información se encuentra resumida y estructurada para una fácil y rápida comprensión, proceso que antes de la implementación del sistema se tornaba engorroso, dada la extensión y complejidad de los informes, lo que imposibilitaba un análisis con celeridad.

3.1 Valoración de los resultados obtenidos

Una vez desarrollada la herramienta, se realizó una valoración de ella a través del criterio de expertos, con el objetivo de comprobar su aporte a la toma de decisiones en la GCH. Para ello se empleó el método Delphi, «*permite estructurar un proceso comunicativo de diversos expertos organizados en grupo-panel con vistas a aportar luz en torno a un problema de investigación*», sostiene López-Gómez (2018,21). La esencia del método está dada en la realización de encuestas anónimas a los expertos o usuarios, con vista a obtener un consenso general de opiniones o al menos los motivos de las diferencias que existen. Como resultado del procesamiento de las encuestas se obtuvo que: los aspectos evaluados por los expertos recibieron en su mayoría una valoración de Alta importancia; los elementos de nuevos subprocesos expresados por los expertos que se incorporen a la aplicación tendrían una alta integración con los ya desarrollados en 81.82%; los expertos coinciden con un grado de 91.67 % de que el impacto que tendrá el empleo del software en el proceso de GCH será Alto, teniendo en cuenta sus prestaciones.

La valoración del producto informático también fue realizada mediante la opinión del cliente, el cual emitió un aval reflejando como elementos esenciales: el cumplimiento de los requisitos funcionales necesarios para ser utilizado y desplegado en la infraestructura informática disponible en la empresa.

Las pruebas realizadas a la aplicación permiten afirmar que va a permitir apoyar la toma de decisiones sobre la GCH en la industria del níquel, mediante el empleo de técnicas de BI a partir de los beneficios que trae asociado destacando entre ellos los siguientes: el desarrollo de una fuente de datos centralizada y homogenizada que recoge desde el año 2006 la información sobre los procesos de altas, bajas, registro de certificados médicos, medidas disciplinarias así como lo relacionado con el ausentismo laboral, permite consultar la información en el momento deseado, así como la posibilidad de analizarla desde varias perspectivas.

Se introdujeron cambios en los métodos de análisis de información estadística sobre las altas, bajas, certificados médicos, medidas disciplinarias, así como el ausentismo laboral, que antes resultaban demasiado complicados de realizar por la diversidad de formato y dispersión que presentaban los datos. El software brinda la posibilidad de poner en manos de los directivos informes sintetizados con inmediatez, en los que se recogen datos de valor para la toma de decisiones. La aplicación implementada humaniza el trabajo de los especialistas y técnicos, pues cuentan con una herramienta simple y de fácil comprensión, preparada

para el análisis de la información, lo que garantiza que el trabajo sea más cómodo y menos agotador. Como consecuencia directa de la implementación del producto informático se han tomado una serie de decisiones que van desde la determinación de los cargos con más necesidades de fuerza de trabajo hasta la concepción de cursos de capacitación para preparar canteras de reservas laborales. En la Figura 3 se puede observar un documento analítico desarrollado:

Analysis_Altas_RH		Medidas							
	TotalAltas	TotalMujeres	TotalHombres	Administrativos	Operarios	Servicios	Técnicos	Cuadros	Dirigentes
-All Analysis_Altas_RH	1.028	89	939	4	705	2	182	18	
-2010	113	9	104		86		25	2	
-Trimestre 1	26	2	24		19		6	1	
-February	5		5		3		1	1	
-Dirección General	1		1						1
-Director General	1		1						1
-Contrato Indeterminado	1		1						1

Figura 3. Documento analítico desarrollado

4. Conclusiones

Con el desarrollo de la aplicación propuesta quedó cumplido el objetivo general planteado en la presente investigación. Como principal resultado se obtuvo un producto informático que permite, a través de una arquitectura distribuida en la Web, facilitar el proceso de toma de decisiones referentes a procesos claves en la GCH en la industria del níquel. A través del estudio realizado y los resultados obtenidos se puede concluir que: la bibliografía consultada evidencia la evolución historia de la GCH y su tendencia en los últimos tiempos a la revaloración de las personas dentro de las organizaciones como el activo más importante. Igualmente, se comprobó que la Inteligencia de Negocios aporta importantes herramientas para apoyar los procesos de toma de decisiones a través de diferentes tipos de sistemas de información. Se diagnosticó la situación actual de la GCH en la empresa productora de níquel, comprobándose la existencia de problemas que afectan este proceso, así como la información que sustenta la toma de decisiones de los directivos del área. El uso de la herramienta computacional elaborada posibilita almacenar la información histórica de subprocesos de GCH, así como graficar los valores de diferentes indicadores y realizar análisis de los mismos que antes resultaba muy engorroso hacerlos, facilitando así el apoyo de toma de decisiones en este contexto. A través de los resultados arrojados por la aplicación del criterio de expertos quedó demostrado que existe una valoración externa positiva del producto informático obtenido.

5. Referencias bibliográficas

- ABRAHAMSSON, Pekka; SALO, Outi; RONKAINEN, Jussi & WARSTA, Juhani (2017). Agile Software Development Methods: Review and Analysis. CoRR. <<http://arxiv.org/abs/1709.08439>> [Consulta: 30/01/2020]
- ANDERSON, David R.; SWEENEY, Dennis J. & WILLIAMS, Thomas A.; (1998) Métodos Cuantitativos para los Negocios, 7 ed. México, D.F. (México): Paraninfo. 834 p. ISBN: 9789687529561
- BERNABEU, Ricardo Darío (2010). Data Warehousing: Investigación y Sistematización de Conceptos - Hefesto: Metodología propia para la construcción de un Data Warehouse. Córdoba (Argentina): Licencia de Documentación Libre de GNU, Versión 1.2. <<http://www.dataprix.com/data-warehousing-y-metodologia-hefesto>> <<http://www.dataprix.com/book/export/html/242>> [consulta: 25/02/2015]
- BERNABEU, Ricardo Darío y GARCÍA, Mariano (2017). Hefestos Data Warehousing: Guía completa de aplicación teórico-práctica, Versión 3.0. <<http://trojanx.com/Hefesto>> [Consulta: 30/01/2020]
- CASTÁNDER MARTÍN, Iñigo; GERRIKAGOITIAARREN, Jon Kepa & ALZUA-SORZABAL, Aurkene (2013). Estudio comparativo de las herramientas de Business Intelligence: Empoderando el criterio de selección a las PYMES. [en línea]. En: TourGUNE: Journal of Tourism and Human Mobility, No. 1 (dic). San Sebastián (España): Centro de Investigación Cooperativa en Turismo, CICTourGUNE. p. 45-56. ISSN: 2340-6410. <<http://journal.tourgune.org/wp-content/uploads/2013/12/tourGUNE-Journal-of-Tourism-and-Human-Mobility-%E2%80%93Issue-1.pdf>> [consulta: 25/02/2015]
- COHEN, Daniel y ASÍN, Enrique (2009). Tecnologías de información en los negocios. (Quinta edición). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores. 335 p. ISBN 13: 978-970-10-6666-9
- CURTO, Josep (2017). Introducción al Business Intelligence. 2da ed. Barcelona (España): Editorial UOC. 316 p. ISBN: 978-849-116-658-0.
- DEL GIUDICE, Glenda y DELLA, Mariela (2010). Proyecto de implementación de un Data Warehouse para universidades nacionales. Trabajo Final de Grado (Ingeniería en Sistemas). Córdoba (Argentina): Instituto Universitario Aeronáutico. 251 p.
- DE MIGUEL, Margarita (2006). Tecnología para la planeación integral de los recursos humanos. Aplicación en entidades hoteleras del destino Holguín. Tesis doctoral (Doctor en Ciencias Técnicas). Holguín (Cuba): Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". 211 p
- IMHOFF, Claudia; GALEMMO, Nicholas & GEIGER, Jonathan (2003). Mastering Data Warehouse Design.Relational and Dimensional Techniques. Indianapolis (USA): Wiley Publishing, Inc. 411 p. ISBN: 0-471-32421-3
- INMON, William H. (2000) Building the Data Warehouse: Getting Started [on line]. Seoul (Korea): GreenImpact. 18 p. <http://www.impactline.net/%C0%DA%B7%E1%C3%B7BA%CE%B9%B0/OLAPDW/ttbuild%28Inmon%29.pdf> <<http://inmoncif.com/inmoncif-old/www/library/whiteprs/ttbuild.pdf>> [consult: 21/02/2015]
- KIMBALL, Ralph & ROSS; Margy (2002). The Data Warehouse Toolkit, the Complete Guide to Dimensional Model. 2 ed. New York (USA): Wiley & Sons Publishing Inc. 447 p. ISBN: 0-471-20024-7.
- GOLFARELLI, Matteo (2009). Open Source BI Platforms: a Functional and Architectural Comparison. Bologna (Italy): University of Bologna. 11 p
- López Gómez, Ernesto (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. Educación XX1. 21(1), pp. 17-40 <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70653466002>> [Consulta: 30/01/2020]
- NADER, Javier (2006). Sistema de Apoyo Gerencial Universitario. [en línea]. Tesis de magister (Magíster en ingeniería del software). Buenos Aires (Argentina): Instituto Tecnológico de Buenos Aires. 416 p. <<http://www2.itba.edu.ar/archivos/secciones/nader-tesisdemagister.pdf>> [consulta: 03/03/2015]
- RAMOS, Salvador (2011). Microsoft Business Intelligence: vea el cubo medio lleno. [en línea]. Serie: Inteligencia de Negocios. Alicante (España): SolidQTM Press. 128 p. ISBN: 978-84-936417-8-8. <<http://solidq.com/wp-content/uploads/2014/04/Microsoft-Business-Intelligence-vea-el-cubo-medio-lleeno.pdf>> [consulta: 03/03/2015]
- PALMER, Steve & FELSING, Mac (2002). A practical guide to Feature-Driven Development. United States of America: Pentrice Hall Inc Upper Saddle River.267 p. ISBN: 0-13-067615-2

- POSTGRES DEVELOPMENT GROUP (2019). Manual del usuario de PostgreSQL. [en línea]. Postgres Global Development Group Copyright © 1996-2019. <<http://www.postgresql.org/docs/11/index.html>> [consulta:03/07/2019]
- SPAGOBI COMPETENCY CENTER (2012). Business Intelligence with SpagoBI [online]. Padua (Italy): SpagoBI Competency Center, Engineering. 297 p. <http://www.spagoworld.org/spw-resources/SpagoBI-book/SpagoBIBook_sample.pdf> [consult: 03/03/2015]
- TORRES, Gabriela; SALINAS, Oscar; ESTRADA, Angel y GUERRERO, Joquebed (2011). Herramientas de Explotación de Información de Bases de Datos. En: M.A. Cruz-Chávez (Ed): CICos 2011, pp. 277-287.
- RODRÍGUEZ, Humberto (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de información de las actividades de superación profesional en la Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Tesis de maestría (Máster en Matemática Aplicada e Informática para la Administración). Holguín (Cuba): Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". 91 p.
- VAISMAN, Alejandro y ZIMÁNYI, Esteban (2014). Data Warehouse Systems: Design and Implementation. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 625 p. ISBN: 978-3-642-54654-9
- VERCELLIS, Carlo (2009). Business intelligence: data mining and optimization for decision making. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd. 413 p. ISBN: 978-0-470-51138-1