

Procedimiento para el desarrollo de un sistema de inteligencia de negocios en la gestión de ensayos clínicos en el Centro de Inmunología Molecular

Procedure for development of a business intelligence system in the clinical trials management at the Center of Molecular Immunology

MSc. Martha Denia Hernández Ramírez

Centro de Informática Médica. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba.

RESUMEN

La presente investigación surgió como parte de la colaboración que existe entre la Universidad de las Ciencias Informáticas y el Centro de Inmunología Molecular. El objetivo fue desarrollar un procedimiento que contribuyera al almacenamiento y análisis de los ensayos clínicos y que facilitara la aplicación integral de la inteligencia de negocios en esta actividad. Se realizó una propuesta de procedimiento para conducir el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios en el centro. El procedimiento fue evaluado a partir del método de experto Delphi y se obtuvo el resultado de "Muy adecuado". Se contó además con un aval del centro cliente, donde se valoró de satisfactorio el trabajo realizado. La implementación de este procedimiento permitirá almacenar toda la información que se gestiona, de manera íntegra y estándar, con lo que se logrará viabilizar los análisis estadísticos que se necesitan realizar por parte de los especialistas de la institución.

Palabras clave: Inteligencia de negocios, Data Warehouse, Ensayos clínicos, Centro de Inmunología Molecular, Diseño de un Data Warehouse, Extracción transformación y carga, Análisis OLAP.

ABSTRACT

Present paper appeared as part of cooperation existing between the Information Sciences University and the Center of Molecular Immunology. The aim was to develop a procedure contributing to storage and analysis of clinical trials and to integral application of business intelligence service in this activity. A procedure proposal was made to manage the development of solutions in business intelligence in our center. Procedure was assessed from the method of the Delphi expert method obtaining a result qualified as "very appropriate". Implementation of this procedure will allow storing all information managed in an integral and standard way, thus achieving to make viable the statistic analyses needed to be performed by the specialists of the institution.

Key words: Business intelligence, Data Warehouse, clinical trials, Center of Molecular Immunology, design of a Data Warehouse, extraction-transformation and charge, OLAP Analysis.

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones modernas disponen cada vez de más datos sobre sus negocios. De estos datos se puede obtener información relevante para mejorar el desempeño e innovar en sus procesos, de manera que se transforme en una organización competitiva y exitosa. Esto se puede lograr con el uso de la inteligencia de negocios, término que en 1989 *Howard Dresner* definió como "... un conjunto de conceptos y métodos para mejorar el proceso de decisión utilizando un sistema de soporte basado en hechos...".¹ Mediante el uso de la inteligencia de negocios se logra una unión entre el mundo de los datos y el de los negocios, con una solución basada en almacenes de datos o Data Warehouse.²

Existen muchas empresas u organizaciones que implementan Data Warehouse para lograr el éxito en sus negocios de mercado como, por ejemplo, en Venezuela, en el área de la seguridad ciudadana;³ en Perú, en hospitales para la sectorización de pacientes en el consumo de medicamentos;⁴ también en Cuba, para la gestión de inventario⁵ y recursos humanos,⁶ y en la Universidad de las Ciencias Informáticas, para la toma de decisiones en cuanto al consumo energético,⁷⁻⁸ por lo que se puede afirmar que el uso de esta tecnología ha sido de gran utilidad para apoyar la toma de decisiones en diferentes tipos de organizaciones.

En el sector de la Salud Pública cubana, específicamente en los centros de investigación, implementar una solución de inteligencia de negocios es conveniente, ya que se gestiona un gran número de datos de ensayos clínicos que presentan calidad por la experiencia que acumulan. De ahí que el desarrollo de una solución de este tipo en el CIM puede constituir un apoyo importante a la toma de decisiones de los investigadores clínicos. Se estima que alrededor del 67 % de las empresas farmacéuticas utilizan soluciones de inteligencia de negocios y las aplican en áreas diferentes, tales como: investigación y mejora del rendimiento clínico, gestión de los recursos humanos y seguimiento de las ventas de medicamentos, entre otras aplicaciones. Estas empresas no publican la forma de proceder para la implementación de sus soluciones. En ocasiones solo comparten las herramientas que utilizan; de ahí que sea necesario analizar las metodologías que existen para el desarrollo de este tipo de soluciones.

Para la selección de la propuesta metodológica más acertada se debe tener en cuenta que el proceso de gestión de ensayos clínicos se caracteriza por:

- contar con un protocolo del ensayo clínico, donde se definen algunos datos,
- disponer de información sensible, que debe estar almacenada durante un período de 15 años como mínimo, y
- disponer de información que permita analizar la seguridad y eficacia de los productos que se desarrollan.

Teniendo en cuenta las características de la gestión de los ensayos clínicos, se analizaron un conjunto de metodologías de desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios, entre las que se destacan: el ciclo de vida Kimball,⁹ Hefesto,¹⁰ Data Warehouse Engineering Process,¹¹ la propuesta Road Map,¹² la propuesta de Trujillo para el desarrollo de almacenes de datos dirigidos por modelos,¹³ Rapid Warehousing Methodology¹⁴ y Crisp-DM.¹⁵

En la investigación desarrollada se valoró que optar por una de estas metodologías no resulta conveniente, ya que cada una de ellas presenta particularidades que no facilitan el desarrollo de estas soluciones en instituciones cubanas que gestionan ensayos clínicos.

Todo el análisis realizado nos condujo a plantearnos como objetivo de la investigación desarrollar un procedimiento que contribuya al almacenamiento y análisis de los ensayos clínicos y que facilite la aplicación integral de la inteligencia de negocios en esta actividad, a partir de la integración de los componentes básicos de las metodologías de desarrollo más usadas internacionalmente.

MÉTODOS

En el desarrollo de la investigación se analizaron las arquitecturas que existen para poder determinar cuál era la más adecuada para implementar una solución de inteligencia de negocios en el CIM y se examinaron además las propuestas metodológicas que más se usan nacional e internacionalmente para el desarrollo de este tipo de soluciones. Se tuvo en cuenta también el método experto Delphi para la evaluación del procedimiento propuesto en la investigación.

ARQUITECTURA

La arquitectura de un Data Warehouse es una forma de representar la estructura global de los datos, la comunicación, los procesos y la presentación del usuario final.¹⁶

La estructura básica de la arquitectura de un Data Warehouse incluye: datos operacionales, extracción, transformación y carga de los datos, almacén y herramienta de acceso al depósito. Esta estructura puede verse a partir de dos variantes arquitectónicas planteadas por *Ralph Kimball* y *Bill Inmon*. *Kimball* propone una arquitectura ascendente (bottom-up), partiendo de la idea de que un Data Warehouse es la unión de todos los datamarts^a de una entidad. *Bill Inmon* plantea una arquitectura descendente (*top-down*), partiendo de la premisa de que

los datamarts se deben crear después de haber terminado el Data Warehouse completo de la organización.¹⁶

La propuesta de *Kimball* apunta a una solución completa que se puede implementar en poco tiempo y se obtienen resultados rápidos para demostrar el valor de la solución al negocio y no perder la confianza de los involucrados. Sin embargo, la propuesta de *Inmon*, por el contrario, puede tener una implementación mucho más tardada, y es recomendada cuando se hace difícil representar el modelo a través de dimensiones y la complejidad de la solución se hace demasiado grande. Ambas arquitecturas pueden implementarse en un mismo Data Warehouse; aunque se recomienda utilizar la propuesta de *Inmon* en iteraciones ya avanzadas y siempre empezar con *Kimball*.¹⁷

Se decide utilizar *Kimball* por ser la más aceptada en todo el mundo como la propuesta arquitectónica más efectiva para la construcción de un Data Warehouse y, en el caso particular de esta investigación, esta arquitectura se ajusta a las condiciones del tratamiento de la información del CIM, donde se analizan los resultados de eficacia y seguridad de cada uno de los productos como áreas departamentales.

La implementación de una solución de inteligencia de negocios puede ser desarrollada completa o partes de esta, dependiendo de la finalidad que se quiera dar a la solución. Esto implica que las propuestas metodológicas que existen se enmarcan en la descripción del ciclo completo o en etapas de este.

Entre las que se encuentran como ciclo completo están: el *ciclo de vida Kimball*,⁹ *Hefesto*,¹⁰ *Data Warehouse Engineering Process*¹¹ y la propuesta *Road Map*.¹²

Ciclo de vida Kimball: es muy amplia la manera de abordar los elementos para las etapas de desarrollo, y deja claro qué se debe hacer, pero no cómo lograrlo, lo que provoca demoras en los resultados.

Hefesto: presenta un caso de estudio para un negocio empresarial, que no aporta muchos elementos al negocio de gestión de ensayos clínicos y solo tiene en cuenta los datos que se cargan desde fuentes operacionales, lo que provocaría que se obvian datos importantes que se obtienen de las reglas del negocio o del protocolo del ensayo.

Data Warehouse Engineering Process: fue propuesta por *SAS Institute* como una metodología iterativa y basada en el desarrollo incremental del proyecto, pero presenta poca documentación, lo que dificulta su aplicación integral.

Road Map: mantiene un ciclo de vida similar al propuesto por *Kimball* en su metodología, aunque solo incluye como técnicas de análisis OLAP y minería de datos, obviando otras importantes y que pueden ser aplicadas en el entorno de la gestión de ensayos clínicos.

Entre las metodologías que existen para implementar por etapas una solución de inteligencia de negocios se encuentran: la propuesta de *Trujillo* para el desarrollo de almacenes de datos dirigidos por modelos,¹³ *Rapid Warehousing Methodology*¹⁴ y *Crisp-DM*.¹⁵

Trujillo: no detalla la manera en que se deben diseñar los modelos de datos ni la forma de obtener las variables para lograr la correspondencia con los datos fuentes. Además, no es contemplada como un ciclo completo de desarrollo sino que abarca solo la etapa de diseño del Data Warehouse.

Rapid Warehousing Methodology: es una metodología iterativa que está basada en el desarrollo incremental del proyecto de un Data Warehouse dividido en cinco fases: definición de los objetivos, definición de los requerimientos de información, diseño y modelización, implementación y revisión. No incluye lo relativo a técnicas de análisis de la información, por lo que con su aplicación solo se obtendría el almacén y no los multianálisis de los datos para apoyar la toma de decisión.

Crisp-DM (CROSS Industry Standard Process for Data Mining): a pesar de que es un estándar industrial, utilizado por más de 160 empresas e instituciones de todo el mundo, que surge en respuesta a la falta de estandarización y propone un modelo de proceso general para proyectos de minería de datos neutral respecto a industria y herramientas y aplicable en cualquier sector de negocio, este no tiene en cuenta las demás técnicas de análisis que pudieran ser de utilidad en los estudios que se realizan en el centro. Con el análisis de las metodologías de desarrollo que existen, se evidencia que:

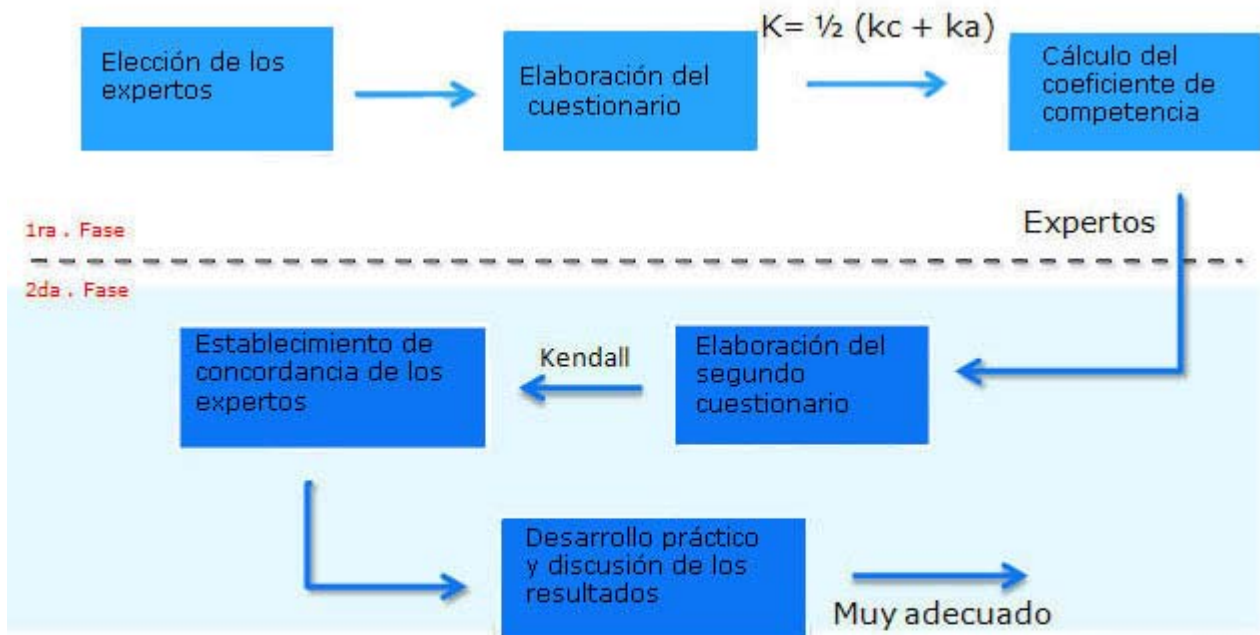
- No todas son contempladas como ciclo completo, por lo que la elección de una puede suponer la necesidad de una combinación con otras.
- Algunas están enfocadas a negocios empresariales, por lo que no garantiza calidad en la solución para otro tipo de negocios.
- No se crean artefactos, como parte de la propuesta metodológica, que especifiquen cómo implementar la solución y que puedan agilizar su aplicación.
- Algunas no abordan sobre cómo evaluar el proceso de inteligencia de negocios.

Se tomó, de cada metodología analizada, lo mejor y más aplicable a las condiciones concretas de nuestro dominio de aplicación, con el objetivo de elaborar un procedimiento propio de inteligencia de negocios que permita integrar y analizar con mayores facilidades los datos de los ensayos clínicos y, de esta forma, apoyar la toma de decisiones de los especialistas de la institución.

MÉTODO DE EXPERTO

En la presente investigación se utilizó el Método Delphi^B para la evaluación de la propuesta metodológica (fig. 1). Este método consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas. El Delphi es uno de los métodos de pronóstico más confiables a través de la elaboración estadística de las opiniones de un grupo de expertos en el tema tratado. Permite alcanzar una imagen integral de un fenómeno determinado, que refleja las valoraciones individuales de los expertos. Se basa en la organización de un diálogo anónimo entre los expertos consultados de modo individual, a partir de la aplicación de un cuestionario. Las respuestas se procesan estadísticamente para conocer la coincidencia o discrepancia que estos presentan.¹⁸

Para evaluar la propuesta de procedimiento se seleccionó un grupo de expertos teniendo en cuenta un grupo de criterios como: vinculación al desarrollo de productos informáticos, conocimientos sobre el desarrollo de un Data Warehouse y sobre alguna de las tres etapas de desarrollo de una solución de inteligencia de negocios, así como presentar conocimientos básicos sobre el proceso de gestión de ensayos clínicos.



Fuente: Elaboración propia a partir del documento electrónico *Método Delphi*, 2003.

Fig. 1. Fases del método Delphi.

Para aplicar este método no existe una norma generalizada para determinar el número de experto que podrán intervenir en el proceso de validación. Se recomienda que dicho método tenga entre siete y 30 expertos, ya que con siete el error se disminuye exponencialmente y con más de 30, aunque siga disminuyendo, es de forma poco significativa y no compensa el incremento de costo y esfuerzo, por lo que se seleccionaron 15 expertos del Centro de Tecnologías de Datos, de la Universidad de las Ciencias Informáticas, para que formaran parte del panel de expertos.

Se elaboró una encuesta para la evaluación del procedimiento y las respuestas fueran categorizadas en Muy adecuado, Bastante adecuado, Adecuado, Poco adecuado y No adecuado. El objetivo que perseguimos fue conocer si el procedimiento propuesto facilitaba la implementación de soluciones de inteligencia de negocios en el CIM. Para esto se verificó que el procedimiento propuesto se caracterizara por:

1. Tener en cuenta las características del negocio analizado.
2. Estar comprendido como un ciclo completo que presenta las tres etapas: diseño, la extracción, transformación y carga de los datos (ETL) y análisis del Data Warehouse. Cada etapa del procedimiento debe contener una secuencia lógica de pasos que se correspondan con las actividades comprendidas en cada una de ellas según la teoría. Estos pasos deben estar descritos de forma precisa, consistente y sin ambigüedades.
3. Presentar un artefacto que permita lograr la correspondencia entre las perspectivas de análisis y los datos fuentes o los datos que provienen de las reglas del negocio o el protocolo del ensayo.
4. Definir dentro de los elementos de la arquitectura de un Data Warehouse las áreas temporales^c y los metadatos^d
5. Tener en cuenta la evaluación de la solución (o de algunos pasos que lo requiera) y presentar un artefacto que lo permita.

Los expertos que integraron el panel recibieron un resumen de la propuesta de solución para responder la encuesta de evaluación del procedimiento. Se realizó una sola ronda de preguntas y al recibir los resultados se prosiguió a analizarlos. Para la recopilación y visualización de los resultados aportados por el panel de expertos se confeccionaron tablas mediante el programa Microsoft Excel 2007.

DATOS DEL PRODUCTO NIMOTUZUMAB

Uno de los productos que actualmente desarrolla el CIM es el Nimotuzumab, anticuerpo monoclonal recombinante contra el receptor del factor de crecimiento epidérmico. Este es un medicamento que se utiliza como monoterapia o en combinación con radioterapia y/o quimioterapia para el tratamiento de cáncer de origen epitelial y gliomas. El Nimotuzumab recibe alternativamente las denominaciones comerciales de CIMAher®, TheraCIM®-hR3, Theraloc®, BIOMAb®-EGFR, YMB 1 000 y VECTHIX®, y es conocido comúnmente como hR3. Hasta la fecha ha sido administrado a más de 1 000 pacientes en ensayos clínicos terminados y en más de 5 000 pacientes en estudios en curso. El programa de desarrollo clínico de este fármaco incluye 33 ensayos clínicos adicionales que están en curso y tres programas de acceso expandido, para investigar la seguridad y eficacia del Nimotuzumab en cáncer de mama, esófago, cáncer de cabeza y cuello, próstata, cáncer de hígado, páncreas, pulmón (células no pequeñas), cáncer de cuello de útero y glioma en pacientes pediátricos y adultos.¹⁹

Se reportan algunos de los estudios clínicos finalizados para este producto, que serán objeto de análisis en esta investigación. En el caso de los estudios 069 y 079 son dos ensayos en curso con 80 y 30 números de pacientes a incluir respectivamente (tabla).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procedimiento elaborado constó de tres etapas fundamentales: diseño del Data Warehouse, proceso ETL y análisis de datos, con la aplicación de técnicas de procesamiento analítico en línea (OLAP por sus siglas en inglés). En la primera etapa se logra obtener el diseño lógico de la base de datos, además que se resume el estado de estos, que serán cargados en el Data Warehouse mediante los diccionarios de datos. En el proceso de ETL se logran extraer, transformar y cargar los datos operacionales hacia el datamart del producto que se está utilizando. Por último, la etapa de análisis OLAP permite, a través de la confección de una interfaz Web, navegar por los diferentes análisis multidimensionales que se deseen del Data Warehouse. Las tres etapas tienen como última actividad su evaluación a través de una lista de chequeo confeccionada con este fin. Estas listas cumplen con los estándares establecidos por el equipo de calidad de la Universidad de las Ciencias Informáticas. A continuación se resumen las actividades por etapas del procedimiento en las [figuras 2, 3 y 4](#).

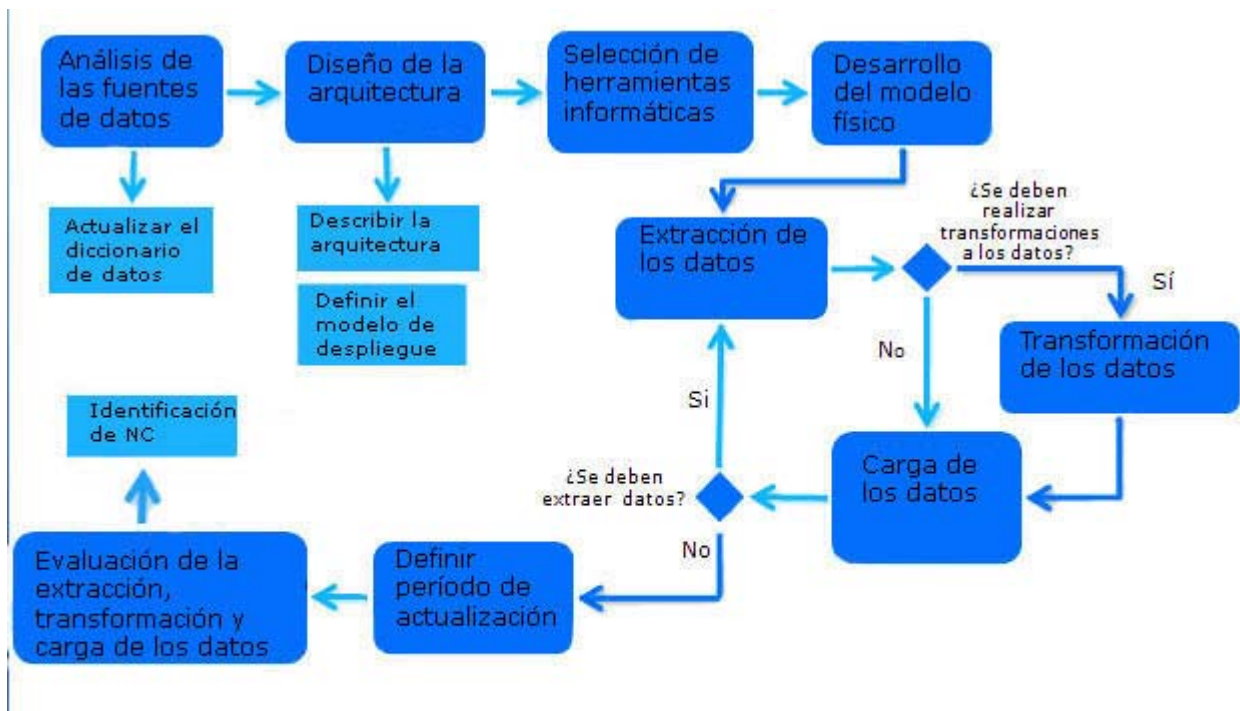
Tabla 1. Ensayos clínicos del producto nimotuzumab

Número del estudio País: Cuba	Indicación	Fase	Dosis de nimotuzumab	Fármaco (s)	Número de pacientes tratados /dosis
IIC RD ECO40	Cáncer de cabeza y cuello	I/II	50, 100, 200 o 400 mg	nimotuzumab + RT	3/50 mg 4/100 mg 3/200 mg 4/400 mg
IIC RD ECO46	Cáncer de cabeza y cuello	I/II	200 o 400 mg	nimotuzumab + RT	5/200 mg 5/400 mg
IIC RD ECO55	Cáncer de cabeza y cuello	II/III	200 mg	nimotuzumab ± RT	112
IIC RD ECO76	Cáncer de cabeza y cuello	I	200 mg	nimotuzumab ± RT	10
IIC RD ECO75	Cáncer de esófago avanzado	II	200 mg	nimotuzumab ±RT/QT	68
IIC RD ECO53	GBM o AA adultos	I/II	200 mg	nimotuzumab + RT	29
IIC RD ECO69	Glioma - adultos	III	200 mg	nimotuzumab ± RT	31
IIC RD ECO70	Cáncer de mama localmente avanzado	I/II	50 a 400 mg	nimotuzumab +QT	15
IIC RD ECO79	Metástasis cerebrales de cáncer de pulmón. Células no pequeñas	II	200 mg	nimotuzumab ± RT	27
IIC RD ECO35	Tumores sólidos epiteliales	I	50, 100, 200 o 400 mg	nimotuzumab	3/50 mg 3/100 mg 3/200 mg 3/400 mg



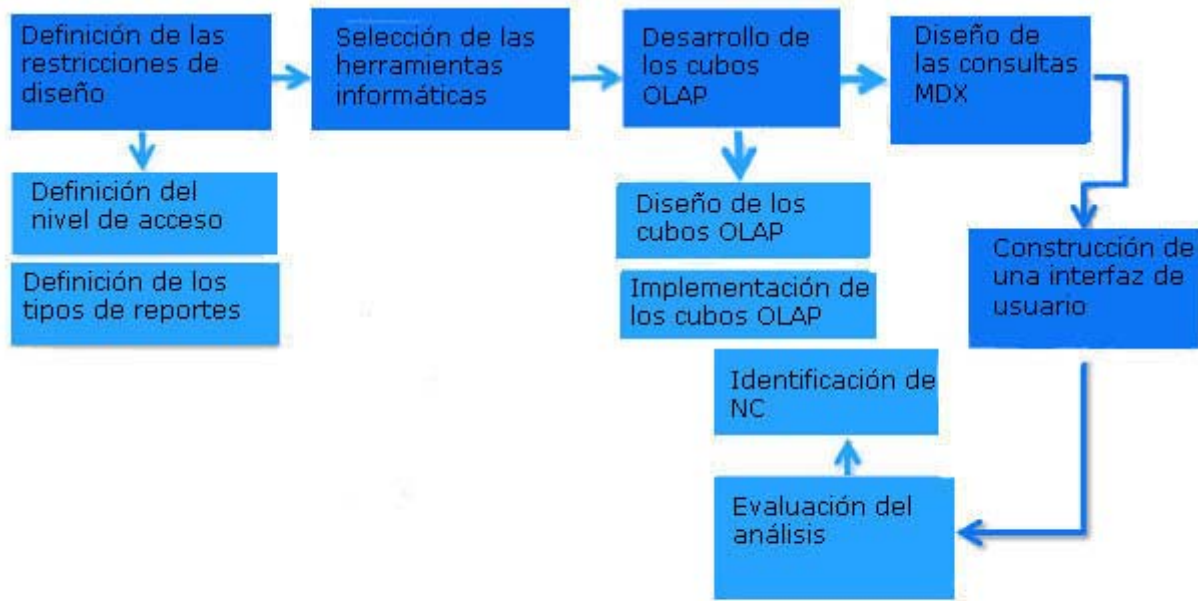
NC: Negocios de ensayos clínicos.

Fig. 2. Etapa de diseño del Data Warehouse (elaboración propia).



NC: Negocios para ensayos clínicos.

Fig. 3. Procedimiento *Business Intelligence*. Etapa de extracción, transformación y carga de los datos (ETL).



OLAP: Procesamiento analítico en línea.
 NC: Negocio de ensayos clínicos.

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 4. Etapa de análisis con técnicas OLAP .

El procedimiento fue aplicado en el CIM a los datos del producto Nimotuzumab, donde se obtuvo un Data Warehouse con información histórica, íntegra y estándar de todos los ensayos conducidos de este producto.²⁰ Este Data Warehouse brinda facilidades a los especialistas para tratar los datos, así como posibilita obtener, mediante la interfaz Web, el análisis estadísticos sobre eficacia y seguridad del producto para el tratamiento del cáncer en diferentes localizaciones. La información que se resumió en el almacén es la siguiente:

Para verificar la eficacia del producto Nimotuzumab:

- Relación entre la evaluación de la respuesta y el tratamiento recibido.
- Relación entre la evaluación de la respuesta y el número de dosis recibidas.
- Relación entre el tiempo de supervivencia y el tratamiento recibido.
- Relación entre el tiempo de supervivencia y el número de dosis recibidas.
- Relación entre la supervivencia y el tratamiento recibido.
- Relación entre la supervivencia y el número de dosis recibidas.

Para verificar la seguridad del producto Nimotuzumab:

- Tipos de eventos adversos más frecuentes en cada tratamiento.
- Tipos de eventos adversos más frecuentes por número de dosis recibidas.
- Pacientes que presentaron eventos adversos por tratamiento.
- Pacientes que presentaron eventos adversos por número de dosis recibidas.
- Relación entre intensidad de los eventos adversos y tratamiento.
- Relación entre intensidad de los eventos adversos y número de dosis recibidas.

- Relación entre causalidad de los eventos adversos y tratamiento.
- Relación entre causalidad de los eventos adversos y número de dosis recibidas.

A partir de la evaluación realizada en el trabajo con los expertos, el procedimiento propuesto fue catalogado de Muy adecuado. Se contó con un aval emitido por el Centro de Inmunología Molecular, donde se describió como satisfactorio y de vital importancia el trabajo realizado, que facilitó e hizo más efectivo el análisis de los datos y con esto la toma de decisiones en el departamento de la dirección de investigaciones clínicas. Se demostró su utilidad práctica, la importancia y la necesidad de continuar con su implementación en otros ensayos clínicos que se gestionen en el CIM o en cualquier institución de ese tipo.

La investigación contribuyó a la organización, integración y análisis de los datos de la institución y arrojó los siguientes resultados:

- Se definió un procedimiento por etapas de desarrollo, para facilitar el proceso de inteligencia de negocios de los ensayos clínicos, teniendo en cuenta las mejores experiencias sobre las metodologías de desarrollo de inteligencia de negocios.
- Se aplicó el procedimiento de inteligencia de negocios desarrollado a partir de los datos de los ensayos clínicos del producto Nimotuzumab, que se gestiona en el Centro de Inmunología Molecular, con el que se lograron mejoras en la toma de decisiones.
- Se evaluó de Muy adecuado el procedimiento propuesto a través del método de expertos.
- Se obtuvo un aval del centro cliente donde se valoró de satisfactorio el trabajo realizado al facilitar el proceso de inteligencia de negocios a los especialistas de la institución, que sirvió de guía en el desarrollo de la solución.

CONCLUSIONES

El estudio del desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios y las propuestas metodológicas que existen constituyen la base para la elaboración del presente trabajo, cuyo resultado representa un procedimiento para el desarrollo de un sistema de inteligencia de negocios para los ensayos clínicos que se gestionan en el Centro de Inmunología Molecular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Transforming Knowledge Into Action. Artículos BI en la Práctica. 2005-2011 [actualizado octubre 2011; citado marzo 2010]: [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.siskle.com/spanish/articulo01.html>
2. Business Intelilience y Data Warehousing en Windows. Danysoft [Internet]. 2005 [citado marzo 2010]. Disponible en: <http://www.danysoft.com/bol/050717.htm>
3. Hernández López A. Almacenes de datos aplicado a la seguridad ciudadana [tesis]. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI); 2009.

4. Tapia Rivas I, Ruiz Rivera M, Ruiz Lizama E. Una metodología para sectorizar pacientes en el consumo de medicamentos aplicando datamart y datamining en un hospital. Industrial Data [Internet]. 2007 [citado marzo 2010];1093-100. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=81610114>
5. Sistema DataWarehouse Comercial de la Corporación CIMEX. III Taller Internacional de Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa [Internet]. 2002 [citado marzo 2010]. Disponible en: <http://www.redciencia.cu/empres/Intempres2002/Seminarios/CIMEXSAponencia.pdf>
6. Ramón Cueto A, Díaz García J. Implementación de un Data Warehouse para el control del Recurso Humano de la Salud [tesis]. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI); 2009.
7. González García A. Desarrollo metodológico para la implementación del proceso de datawarehousing en Cubaenergía. II Taller Nacional de Gestión del Conocimiento en Energía [Internet]. 2005 [citado marzo 2010]. Disponible en: <http://www.energia.inf.cu/evento-gce/trabajos-2.htm>
8. Falcón Márquez OR. Propuesta de Sistema de gestión y control de energía en la Universidad de Ciencias Informáticas. RevistaCiencia.com [Internet]. 2008 [citado marzo 2010]. Disponible en: <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EkkEyluyIExypDsBir.php>
9. Kimball R. The Data Warehouse Lifecycle Toolkit. Canadá: Wiley; 2002.
10. Darío R. Data Warehousing: Investigación y sistematización de conceptos. Hefesto: Metodología propia para la construcción de un Datawarehouse. Córdoba, Argentina; 2009.
11. Luján Mora S. Data Warehouse Design with UML [tesis]. España, Universidad de Alicante; 2005.
12. BI Inteligencia de Negocios: Si lo imaginaste hazlo! [Internet]. 2008 [citado marzo 2011]. Disponible en: <http://rimenri.blogspot.com/>
13. Trujillo J, Soler E, Zubcoff J, Mazón JN, Glorio O, Pardillo J. Desarrollo de almacenes de datos dirigido por modelos. España: Universidad de Alicante; 2007.
14. Fases en la implantación de un sistema DW. Metodología para la construcción de un DW: El Rincón del BI [Internet]. 2008 [citado marzo 2011]. Disponible en: <http://churriwifi.wordpress.com/2009/12/05/5-fases-en-la-implantacion-de-un-sistema-dw -metodologia-para-la-construccion-de-un-dw/>
15. La metodología CRISP-DM: Dataprix [Internet]. 2005 [citado marzo 2011]. Disponible en: <http://www.dataprix.com/en/la-metodolog%C3%AD-crisp-dm>
16. Murillo Alfaro F. Arquitectura de un Data Warehouse: Manual para la construcción de un Data Warehouse. Instituto Nacional de Estadística e Informática [Internet]. 1997 [citado octubre 2011]. Disponible en: <http://www.ongei.gob.pe/publica/metodologias/Lib5084/15.htm>
17. Mirabella P, Sánchez J. DataWarehouse. Caracas, Venezuela; 2009.

18. Aragón S. Business school. El Método Delphi [Internet]. 2003 [citado abril 2010]. Disponible en:
http://profesores.ie.edu/salvador_aragon/Documentacion/2003-M%E9todo%20Delphi.pdf

19. Suárez Martínez G, Morejón Zayas OM. Informe periódico de seguridad Nimotuzumab. CIMAB. La Habana: 2010. p. 34.

20. Hernández Ramírez MD. Desarrollo de un Datawarehouse para los Ensayos Clínicos que se gestionan en el Centro de Inmunología Molecular [tesis]. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI); 2010.

Recibido: 4 de noviembre de 2011.
Aprobado: 9 de diciembre de 2011.

MSc. *Martha Denia Hernández Ramírez*. Centro de Informática Médica. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba. Correo electrónico:
mdhernandez@uci.cu

^a Datos de un área de negocio específica o áreas departamentales.

^b Elaboración propia a partir del documento electrónico *Método Delphi*, 2003.

^c Es el lugar donde se recogen los datos que se necesitan de los sistemas origen. Se almacenan los datos estrictamente necesarios para las cargas y se aplica el mínimo de transformaciones a los mismos. No se aplican restricciones de integridad ni se utilizan claves, los datos se tratan como si las tablas fueran ficheros planos; de esta manera se minimiza la afectación a los sistemas origen, haciendo la carga lo más rápida posible y se reduce también al mínimo la posibilidad de error.

^d Datos que describen o dan información de otros datos, que existen en la arquitectura del almacén. Brindan información de localización, estructura y significado de los datos, básicamente mapean los mismos. El concepto de metadatos es análogo al uso de índices para localizar objetos en lugar de datos. La gran ventaja que trae aparejada es que el usuario puede gestionarlos, exportarlos, importarlos, realizarles mantenimiento e interactuar con ellos, ya sea manual o automáticamente.