

Sistema de soporte a las decisiones clínicas relacionadas con el diagnóstico precoz de enfermedades

System for support clinical decisions related to the early diagnosis of diseases

Fernando Valdivia Navarro,^I Deliannis Pérez Rosa^{II}

I UCI, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: fvaldivia@uci.cu

II Oficina del Historiador de las FAR, Cuba. E-mail: dp.rosa@nauta.cu

RESUMEN

La reducción de inconvenientes y morosidades que existen en el proceso de atención al paciente es prioridad para el Sistema Nacional de Salud de Cuba. En este sentido la utilización de los Sistemas de Soporte para la Toma de Decisiones (CDSS), actúan como componente fundamental en la informatización de la capa clínica, en aras de reducir el error médico y mejorar los procesos de salud. La presente investigación está enfocada en implementar un sistema de soporte a las decisiones clínicas relacionadas con el diagnóstico precoz de enfermedades, que funcione como componente horizontal del módulo Consulta Externa del Sistema de Información Hospitalaria. Con el desarrollo del sistema se proveerá al personal facultativo de información oportuna y precisa, útil para garantizar la calidad en la atención médica. Para la realización del mismo se utilizaron las herramientas OpenCDS como servicio de soporte a la decisión y Drools Guvnor para la creación de las reglas que conforman el módulo de conocimiento, además se garantizó que el intercambio y mensajería de los datos estuviese basado en estándares. Como resultado final se obtuvo un servicio de soporte a las decisiones clínicas relacionadas con el diagnóstico precoz del cáncer de mama, que brinda recomendaciones al personal facultativo que interactúa con el módulo de Consulta Externa, en cuanto a la realización de exámenes clínicos a los pacientes en el tiempo adecuado.

Palabras Clave: sistema, decisiones, diagnóstico, estándares, información, recomendaciones, exámenes.

ABSTRACT

The reduction of disadvantages and delays existing in the patient care process is a priority for the National Health System of Cuba. In this regard the use of Clinical Decisions Support Systems (CDSS), act as the key component in the informatization of the clinical layer, in order to reduce medical error and improve health processes. This research is focused on implementing a clinical decisions support system related to the early diagnosis of diseases, functioning as a horizontal component of the Outpatient Service module in the Hospital Information System. The development of the system will provide the medical staff of timely and accurate information, useful for quality assurance in health care. The system was developed using the OpenCDS tools as decision support service and Drools Guvnor for creating the rules used by the knowledge module, in addition it was ensured that exchange and messaging data were based on standards. The end result was a service for support clinical decisions related to the early diagnosis of breast cancer that provides recommendations to the medical staff that interacts with the Outpatient Service module, regarding the conduct of clinical tests to patients in the right time.

KeyWords: system, decisions, diagnosis, standards, information, recommendations, exams.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, se trabaja en incorporar las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el sector de la salud. Entre las instituciones con profesionales dedicados a llevar adelante dicha tarea se encuentra la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), centro de estudios universitarios que se especializa en el desarrollo de software.

El Centro de Informática Médica (CESIM) perteneciente a dicha universidad, desarrolló el Sistema de Información Hospitalaria (por sus siglas en inglés HIS). Dicho sistema permite la optimización de los recursos humanos y minimiza los inconvenientes y morosidades que existen en el proceso de atención al paciente. Permite obtener reportes e informes estadísticos, en dependencia del área o servicio que lo requiera de una forma rápida y confiable, dando lugar a mejoras en la calidad de vida de los pacientes y de los servicios de salud que se prestan. Este sistema está compuesto por varios módulos, dirigidos a gestionar la información de los servicios que se brindan en la institución hospitalaria, dentro de los que se encuentran; Laboratorio, Enfermería, Admisión, Farmacia, Epidemiología, Consulta Externa y otros.¹

El módulo Consulta Externa está enfocado a la gestión de las consultas realizadas a los pacientes a partir de las especialidades en las que son atendidos. Brinda además, funcionalidades para el personal facultativo que le permiten registrar los diagnósticos clínicos.

En la actualidad, el personal que hace uso de estas funcionalidades que implementa el módulo Consulta Externa, puede presentar dificultades para el diagnóstico de enfermedades, como puede ser el cáncer de mama. Entre los inconvenientes más comunes se encuentran:

- Dificultad en el diagnóstico precoz de algunos tipos de patologías, debido a que resultan complejas de detectar por el personal facultativo,² el cual no cuenta durante la asistencia clínica con acceso a recursos de información médica; impidiendo que se realice el tratamiento adecuado de los pacientes aun cuando existe un alto potencial de curación.
- Insuficiente procesamiento de la información relacionada con el paciente,² elevando considerablemente la posibilidad de que ocurran errores clínicos como las cascadas diagnósticas, lo que genera un alto costo por concepto de hospitalización para las instituciones sanitarias.
- Retraso en la emisión del diagnóstico final de los pacientes,² considerando la ausencia de la tecnología necesaria en algunos centros asistenciales para la realización de los exámenes necesarios; lo que puede provocar un agravamiento de la enfermedad por la falta de tratamiento oportuno, reduciendo la calidad de vida de los pacientes e implicando que se les apliquen tratamientos más agresivos y con mayor posibilidad de recurrencia.

Según reportes publicados en el 2014 por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el cáncer de mama (CM) en las mujeres ocupa la segunda posición en cuanto al número de muertes, con más de 92.000 en las Américas. Específicamente en la región de América Latina y el Caribe, dicha afección registra el 15 % de las defunciones.³ En Cuba se observa una tendencia ascendente de pacientes con CM en los últimos años; para el 2014 el número de defunciones fue de 1536,⁴ lo que representa una tasa de 27,5 por cada 100 000 habitantes, siendo el género femenino el más afectado. La enfermedad se registra actualmente como la cuarta causa de muerte, según el Anuario Estadístico de Salud emitido por el MINSAP.⁴ Por la importancia que tiene la salud en el país y especialmente la mujer como célula fundamental de la familia, se hace indispensable para los especialistas la búsqueda de alternativas que permitan el diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado de sus síntomas.

Debido a los inconvenientes aún existentes en el módulo Consulta Externa, se dificulta la toma de decisiones de los especialistas para realizar un análisis rápido y efectivo. Además del no aprovechamiento de la predicción del comportamiento futuro de algunos problemas de salud presentes en las Historias Clínicas Electrónicas (HCE), basado en el entendimiento del pasado.

Los Sistemas de soporte a las decisiones clínicas (CDSS, por sus siglas en inglés) son programas de computadoras que permiten darle solución al problema descrito, diseñados para ayudar al profesional de la salud en la toma de decisiones clínicas.⁵ Un CDSS se basa en proveer al médico, paciente o cualquier individuo de información específica e inteligentemente procesada en el momento adecuado para apoyar o mejorar el proceso de toma de decisiones clínicas y así garantizar un mejor proceso de atención y cuidado de los pacientes.⁶

En este artículo se expone, mediante la implementación de un CDSS, cómo se puede apoyar el proceso de toma de decisiones clínicas relacionadas con el diagnóstico precoz del cáncer de mama.

Materiales y Métodos

Para mostrar la forma de utilizar los CDSS como herramienta para el diagnóstico precoz de enfermedades, se tomó como caso de estudio el cáncer de mama. Esta patología se encuentra con relativa frecuencia tanto en hombres como en mujeres en nuestro país. Debido a la particularidad de esta patología se pudo tomar como población las personas que trabajan y estudian en la universidad de las ciencias informáticas, permitiendo generar una pequeña base de datos para la realización de los estudios y pruebas realizadas al sistema para comprobar su correcto funcionamiento.

Metodología de desarrollo, tecnologías y lenguajes utilizados

Para el proceso de desarrollo del CDSS se seleccionó como metodología a utilizar el Proceso Unificado Ágil⁷ (AUP-UCI), esta describe, de una manera simple y fácil de entender, la forma de desarrollar aplicaciones de software de negocio usando técnicas ágiles. Esta metodología se apoya en el Modelo CMMI-DEV v1.3, el cual constituye una guía para aplicar las mejores prácticas en una entidad desarrolladora. Estas prácticas se centran en el desarrollo de productos de calidad.

Partiendo del objetivo general de la investigación se realizó el estudio de las tendencias tecnológicas que permitan cumplirlo. A continuación se describen las características esenciales de cada una de las herramientas y tecnologías utilizadas.

JBoss AS⁸ es un servidor de aplicaciones de código abierto implementado en Java. Combina una Arquitectura Orientada a Servicios (por sus siglas en inglés SOA), con una licencia GNU de código abierto, JBoss AS puede ser descargado, utilizado, incrustado y distribuido sin restricciones por la licencia.

WSO2 ESB permite a los administradores de sistemas y arquitectos de SOA realizar de forma sencilla el enrutamiento de mensajes, la virtualización, la intermediación, la transformación, la programación de tareas, el balanceo de carga y otras funciones, al contar con una interfaz gráfica intuitiva.⁹

Eclipse¹⁰ es una herramienta que permite integrar diferentes aplicaciones, es de código abierto y multiplataforma. Constituye una potente y completa plataforma de programación, desarrollo y compilación.

JBoss Drools es un Sistema de Gestión del Reglas de Negocio (por sus siglas en inglés BRMS), que utiliza un motor de reglas basado en inferencia de encadenamiento hacia adelante y de encadenamiento hacia atrás, más conocido como sistema de reglas de producción. Proporciona un motor de reglas del negocio, una aplicación de gestión de creación de páginas web y las reglas (Drools Workbench) para el desarrollo del núcleo.¹¹

Drools Guvnor es un repositorio centralizado de reglas de negocio que permite gestionarlas mediante una interfaz web,¹² para el motor de reglas de negocio JBoss Drools. Para llevar a cabo la creación e implementación de los diferentes paquetes y reglas, así como escenarios de pruebas a utilizar.

OpenCDS representa un esfuerzo multiinstitucional, de colaboración para el desarrollo de estándares de soporte de decisiones clínicas escalables. Es una herramienta de código abierto que define una implementación de referencia de la interfaz estándar HL7 / OMG DSS. OpenCDS. Satisface además, el uso de HL7 VMR

como modelo de datos de referencia y la herramienta Drools Guvnor para definir las reglas.^{13,14}

Trabajos relacionados

Con el objetivo de lograr una mayor comprensión del campo de acción se realizó un estudio del arte tanto a nivel internacional como nacional, de los CDSS relacionados con el diagnóstico precoz del cáncer de mama. Algunos se centran en brindarle información valiosa al paciente, mientras que otros utilizan los datos suministrados del mismo para sugerir posibles diagnósticos o tratamientos al personal facultativo.

El Ambiente de Orientación Activa y Compartible (SAGE)¹⁵ fue un proyecto llevado a cabo en la Universidad de Stanford, con el objetivo de desarrollar tecnologías que permitieran al médico experto crear y codificar guías clínicas en un formato estándar y computable.

SEBASTIAN propone una interfaz estandarizada para los módulos de soporte a la toma de decisiones clínicas, y sólo realiza consultas limitadas al sistema clínico para obtener información. Cualquier sistema clínico que interactúe con SEBASTIAN puede realizar consultas a un sistema centralizado de reglas para la toma de decisiones. [16]

Watson es un sistema experto que proporciona asistencia a los médicos para realizar diagnósticos y ofrecer recomendaciones de tratamiento para las personas diagnosticadas con cáncer, incluido el cáncer de mama. El mismo tiene la capacidad de interactuar con expertos humanos y recordar todo lo que haya aprendido.¹⁷

DM-Scan es un nuevo software que ayuda a determinar el riesgo de cáncer de mama. A partir de la imagen obtenida en una mamografía, el software cuantifica de manera objetiva la densidad de la mama (diferenciando el tejido denso del graso), un valor directamente relacionado con el riesgo de verse afectada por la patología.¹⁸

Los sistemas antes mencionados están desplegados y mantienen un elevado nivel en cuanto a la calidad de los servicios que brindan. La mayoría enfocan el diagnóstico precoz del cáncer de mama a la sugerencia u orientación de los pacientes en cuanto a la realización de la mamografía. Entre sus principales desventajas están que son sistemas desarrollados bajo tecnologías privativas y por lo general responden solo a las necesidades particulares de las instituciones para las cuales fueron desarrollados, lo que obstaculiza su integración con los sistemas desarrollados en el CESIM. En el caso particular de SEBASTIAN, limita a los sistemas clínicos que lo utilizan a interactuar solo con sus interfaces definidas, pues está sustentado en servicios web.

La inexistencia en el país de sistemas informáticos relacionados con el diagnóstico precoz del cáncer de mama que brinden apoyo a las decisiones clínicas tomadas por los profesionales de la salud, constituye un punto a tener en cuenta para el desarrollo de la presente investigación.

Medida de calidad relacionada con el diagnóstico precoz del cáncer de mama

La medida de calidad del Foro Nacional de Calidad (NQF) 0031 [19], constituye un documento que recoge el conocimiento experto, basado en evidencia, relacionado con el diagnóstico precoz del cáncer de mama. Esta medida evalúa el porcentaje de

mujeres en un grupo demográfico específico entre 42-69 años que se ha realizado una mamografía para detectar el cáncer de mama. La detección precoz del cáncer de mama es una importante medida preventiva para mejorar los resultados de cualquier sistema de salud. Esta medida facilita los esfuerzos hacia la detección temprana de cáncer de mama y la aceleración del tratamiento después del diagnóstico. La intención de la medida es mejorar la prevención del cáncer de mama, con el fin de detectar la enfermedad cuando todavía es temprano y más susceptible al tratamiento.

Resultados y Discusiones

El sistema elaborado se basa en brindar un servicio web de soporte a la toma decisiones clínicas relacionadas con el diagnóstico precoz del cáncer de mama, empleado a través del módulo de Consulta Externa perteneciente al Sistema de Información Hospitalaria, desarrollado en el CESIM. Dicho servicio se gestiona a través del uso de la herramienta OpenCDS, la cual presenta un enfoque de código abierto, utiliza una Arquitectura Orientada a Servicios y permite el trabajo con estándares clínicos normados internacionalmente.

Arquitectura del sistema desarrollado

La arquitectura del sistema desarrollado se compone por dos actores fundamentales:

HIS: actuará como fuente de datos clínicos de los pacientes y consumidor del servicio que brinda el CDSS relacionado con el diagnóstico precoz del cáncer de mama. El mismo es responsable tanto del envío de la información requerida, como de la transformación de la misma al modelo de datos necesario para interactuar con el CDSS.

CDSS: actuará como un complemento al módulo de Consulta Externa del HIS. Este sistema es el encargado de emitir una respuesta según la solicitud y los datos enviados por el personal facultativo que consume los servicios. La interoperabilidad entre CDSS y el HIS se satisface a partir del uso del modelo de datos HL7 VMR.

La comunicación entre los principales actores se basa en un sistema de mensajes bajo el Protocolo Simple de Acceso a Objeto (por sus siglas en inglés SOAP) sincrónicos (implementa el patrón requerimiento/respuesta), codificados en XML que son transportados por el protocolo de transferencia de hipertexto (por sus siglas en inglés HTTP). La misma se realiza a través del canal de servicios empresariales WSO2 ESB, siendo el responsable de la mediación, balance de cargas y enrutamiento de los datos enviados por dichos actores a la hora de interactuar entre ellos. La siguiente figura muestra la interacción entre cada uno de los actores descritos anteriormente. (Fig. 1)

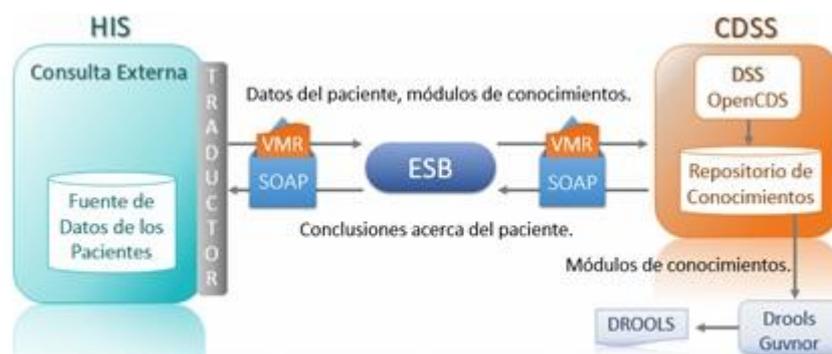


Fig. 1. Modelo de interacción entre el HIS y el CDSS

Componentes del sistema desarrollado

La propuesta de solución se divide en dos componentes esenciales, el servicio de soporte a la decisión de OpenCDS el cual crea una compilación del estándar HL7/OMG DSS utilizando varios de los subproyectos que integran la herramienta OpenCDS y el repositorio de conocimientos que contiene los paquetes de reglas individuales, asignaciones de terminología OpenCdsConcept e información útil para DSS OpenCDS en tiempo de ejecución. Este componente representa la base de conocimientos del CDSS desarrollado, el cual se nutre del conocimiento de expertos adquirido a través de los paquetes de reglas generados en la herramienta Drools Guvnor.

Funcionalidad del sistema desarrollado

El sistema desarrollado cuenta con la funcionalidad generar evaluación y recomendación a través de los datos clínicos del paciente la cual permite generar y mostrar al personal facultativo, una evaluación y recomendación del paciente según sus datos clínicos, con respecto al cáncer de mama.

Para el cumplimiento de este requisito funcional es necesario la utilización de un conjunto de funcionalidades implementadas en el Servicio de Soporte a las Decisiones de OpenCDS entre las que se encuentra:

Evaluar datos del paciente.

Evaluar datos del paciente en el tiempo especificado.

Implementación de la medida de calidad

Para la implementación de la medida de calidad NQF 0031, se limitó el criterio de población a solo una persona, teniendo en cuenta que el módulo de Consulta Externa está orientado a la atención directa de un paciente. Esto permite que el resultado generado por el CDSS propuesto brinde información detallada (no cuantificada) para el personal facultativo que se encuentre utilizando el sistema. Dicho resultado consiste ofrecer en una evaluación y recomendación del paciente a partir de los criterios cumplidos o no, en las regiones del denominador y el numerador de dicha medida.

Se utilizó la herramienta Drools Guvnor para crear e implementar dicha medida de calidad, lo cual fue posible a través de la creación de 4 reglas:

- Regla Pre_MétodoDeterminaciónConceptoRequerido_NQF: esta regla establece que si un concepto OpenCDS dentro del VMR no se determina de acuerdo a la metodología que sigue NQF, este debe ser eliminado. Esta regla esencialmente asegura que solamente los enlaces de terminología que se han hecho en la forma prevista por el último enfoque NQF disponible sean aceptados. (Fig. 2)

WHEN

1. Concept.Determination.Identify - Concept is not determined according to

THEN

1. Concept.Determination.Remove - Remove concept without desired concept determination method

(show options...)

Fig. 2. Regla Pre_MétodoDeterminaciónConceptoRequerido_NQF

- Regla Denominador: esta regla determina si un paciente cumple con los criterios indicados en el denominador para dicha medida de calidad. (Fig. 3)

WHEN

1. There is NOT an assertion
2. Initialize.evalTime.fpId.evalpId - Note that all criteria below must be met for the rule to fire.
3. Age.Low - EvaluatedPerson age is greater than or equal to years
4. Age.High - EvaluatedPerson age is less than or equal to years
5. Gender - EvaluatedPerson gender is
6. Enc.Past.Count - EvaluatedPerson had 1 or more times in the past year(s)
7. and not
8. Proc.Past - EvaluatedPerson had
9. and not
10. Proc.Count.Past - EvaluatedPerson had 2 or more times.

THEN

1. Assert to both Rules and Process that

(show options...)

Fig. 3. Regla Denominador

- Regla Numerador: es similar a la anterior, pero en este caso el numerador examina si se cumplen los criterios con respecto a detecciones previas del cáncer de mama en los últimos dos años por parte del paciente. (Fig. 4)

WHEN

1. There is assertion
2. Initialize.evalTime.fpId.evalpId - Note that all criteria below must be met for the rule to fire.
3. Proc.Time - EvaluatedPerson had in the past year(s)

THEN

1. Assert to both Rules and Process that

(show options...)

Fig. 4. Regla Numerador

- Regla Post_CrearSalida: esta regla usa los lenguajes específicos para el dominio para crear una medida de calidad sobre la base de las afirmaciones

hechas por la NQF 0031. Se ejecuta después de las otras reglas, y llena el resultado que se devuelve al personal facultativo de DSS OpenCDS. (Fig. 5)

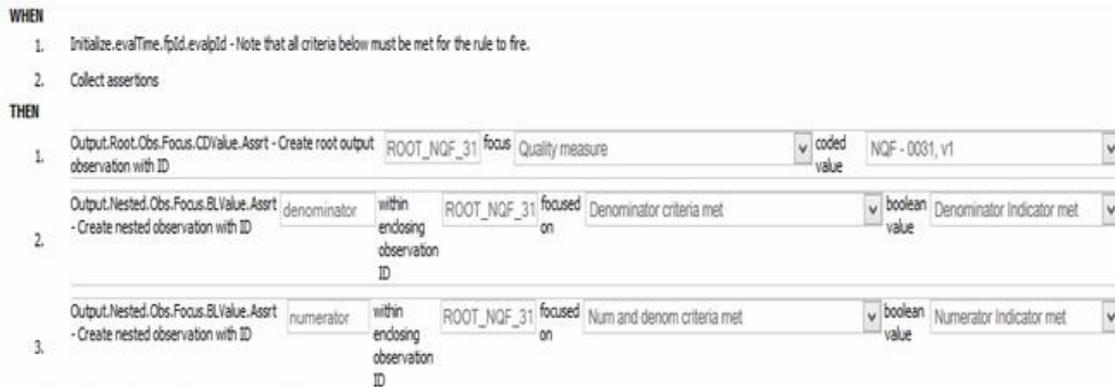


Fig. 5. Post_CrearSalida

Interacción del CDSS implementado con el HIS

Para comprobar la interacción del CDSS implementado con el HIS, se realizaron solicitudes al DSS OpenCDS, desde el módulo de Consulta Externa del HIS. En este sentido, se hizo necesario la implementación de un grupo de clases para garantizar la traducción de los documentos clínicos enviados al sistema por el HIS, los cuales utilizan el estándar de Arquitectura de Datos Clínicos (por sus siglas en inglés CDA), así como la interpretación de la respuesta.

Se definió una interfaz de usuario para el soporte a la decisión, la cual está conformada por tres secciones:

Medidas de Calidad: se agrupan las medidas de calidad disponibles (Screening de cáncer de mama).

Datos del Paciente: se muestra información relevante del paciente.

Evaluación y Recomendación: se brinda la interpretación del resultado generado por el CDSS propuesto, de manera que resulte fácil de entender por el personal facultativo. Las respuestas están dadas a partir de los diferentes criterios que se evalúan en la medida de calidad seleccionada. (Fig. 6)



Fig. 6. CDSS implementado

CONCLUSIONES

Con la implementación del Sistema de Soporte a las Decisiones Clínicas relacionadas con el diagnóstico precoz del cáncer de mama se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El estudio de las principales características de los sistemas de soportes a las decisiones clínicas, tanto a nivel internacional y nacional, relacionado con el diagnóstico precoz del cáncer de mama, permitió definir una vía de solución estable y estandarizada para el Sistema de Gestión Hospitalaria.

La utilización de la herramienta de soporte a la decisión OpenCDS y la creación de un repositorio de conocimientos para almacenar el paquete de la regla (NQF 0031) definida, así como la utilización de los diferentes estándares de intercambio y mensajería (DSS y VMR), permitieron darle cumplimiento al objetivo general de la investigación propuesto.

Con la implementación de un componente para la traducción de los mensajes a partir de estándares definidos por HL7 (CDA, VMR), se garantizó la interoperabilidad entre el HIS y el CDSS propuesto.

El sistema obtenido proveerá al personal facultativo que interactúa con el módulo de Consulta Externa, de información oportuna y precisa para el diagnóstico precoz del cáncer de mama, lo que contribuirá a elevar la calidad en la atención médica de los pacientes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores, de este trabajo desean agradecer a todos los familiares y amigos que de una forma u otra han aportado su granito de arena, para poder alcanzar todos los éxitos y metas propuestas. Muchas gracias por su apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Clinical Decision Support Systems (CDSS). Leaders in Pharmaceutical Business Intelligence [En línea]. 2012. Disponible en: <http://pharmaceuticalintelligence.com/tag/robert-hayward/>
2. CLINICAL INFORMATION SYSTEM. biohealthmatics.com [En línea]. 2006. Disponible en: <http://www.biohealthmatics.com/technologies/his/cis.aspx>
3. BOOCH G, RUMBAUGH J, JACOBSON I. El Lenguaje Unificado de Modelado Manual de Referencia [En línea]. 2. Madrid : Pearson Addison Wesley, 2006. ISBN 9788478290765. Disponible en: <http://es.slideshare.net/jpincay/lenguaje-unificado-de-modelado-manual-de-referencia-2007>

4. BORREGO J, RODRÍGUEZ A, PEÑA A, VASALLO N, PÉREZ M. Valor de la biopsia aspirativa con aguja fina en el diagnóstico de las afecciones de las mamas. Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología. 1997. Vol. 23, no. 3, p. 81-85.
5. Navas H, Osornio AL, Baum A, Gomez A, Luna D, de Quiros FG. Creation and evaluation of a terminology server for the interactive coding of discharge summaries. 2007. Vol. 129, no. 1, p. 650-654.
6. Herramientas para todos los desarrolladores y todas las aplicaciones. [En línea]. Disponible en: <http://www.visualstudio.com/>
7. ROLSTON W, McGraw D, McGraw H. PRINCIPIOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS [En línea]. 1. 1990. 3516. ISBN 970-10-0074-9. Disponible en: <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/handle/123456789/778>
8. NÚÑEZ M. Sistema de salud: estrategias. Portal de Salud de Cuba [En línea]. 2000. Disponible en: http://www.sld.cu/sistema_de_salud/estrategias.html
9. Project JABAX. [En línea]. Disponible en: <https://jaxb.java.net/>
10. RUIZ R. Cáncer de mama. Onmeda.es Para tu salud [En línea]. 2014. Disponible en: http://www.onmeda.es/enfermedades/cancer_mama.html
11. Tipos de Pruebas Técnicas. q-vision Technologies [En línea]. Disponible en: <http://www.qvision.us/index.php/es/2014-02-18-20-02-58/articulos-interes/74-tipos-de-pruebas-tecnicas>
12. Clemmer TP, Gardem RM. Informática Médica en la unidad de cuidados intensivos?: estado de la cuestión 1995. 1996.
13. LAAKSO MPA., Lynn. HL7 Version 3 Standard: Virtual Medical Record for Clinical Decision Support (vMR-CDS) XML Specification, Release 1. [En línea]. 2016. Disponible en: http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=342
14. Using the Drools Guvnor Repository to store your Rules. [En línea]. Disponible en: <http://www.mastertheboss.com/jboss-jbpm/drools/using-the-drools-guvnor-repository-to-store-your-rules>
15. Larson MF, Dominitz CW, Dominitz Ko, Dominitz JA. Effectiveness of a provider reminder on fecal occult blood test follow-up. 2009. Vol. 59, no. 9, p. 1991-1996. DOI 10.1007/s10620-009-0751-2.
16. Graber ML, Mathew A. Performance of a web-based clinical diagnosis support system for internists. 2008. Vol. 23, no. 1, p. 37-40. DOI 10.1007/s11606-007-0271-8.
17. MONTES J. Sistemas expertos (SE). monografias.com [En línea]. 2006. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/sistemas-expertos/sistemas-expertos.shtml>
18. NetBeans IDE. [En línea]. Disponible en: <https://netbeans.org/>

19. MCKAY M. Prevention of Medical Errors. Advance for Nurses [En línea]. Disponible en: <http://nursing.advanceweb.com/Continuing-Education/CE-Articles/Prevention-of-Medical-Errors.aspx>

Recibido: 22 de marzo de 2016.

Aprobado: 12 de mayo de 2016.