

## Propuesta de aplicación para el registro de estudios imagenológicos de modalidades no DICOM

### A proposal of application for registering non-DICOM imaging studies

Ing. Arelys Rivero Castro,<sup>I</sup> Ing. Alejandro Hernández Noguera,<sup>II</sup>

<sup>I</sup>Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba. E-mail: [arcastro@uci.cu](mailto:arcastro@uci.cu)

<sup>II</sup>Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba. E-mail: [anoguera@uci.cu](mailto:anoguera@uci.cu)

---

#### RESUMEN

Actualmente existen numerosos equipos de adquisición de imágenes y modalidades médicas que no generan ficheros en formato DICOM. La presente investigación tiene como objetivo la propuesta de desarrollo de una aplicación para el registro de estudios imagenológicos que posibilite la visualización, la conversión a formato DICOM, la conformación de un reporte diagnóstico y el envío de las imágenes generadas por todas las modalidades médicas no DICOM. Se propone el desarrollo de la misma sobre la plataforma .NET con lenguaje de programación C#. La aplicación propuesta posibilita el crecimiento de la historia clínica imagenológica del paciente con la inclusión digital de todas las modalidades y agilizará en gran medida el proceso de atención en las instituciones de salud donde se realice diagnóstico por imágenes. Se presupone un ahorro importante al país al evitar la reposición y la compra de nuevos equipos y de materiales gastables.

**Palabras clave:** diagnóstico por imágenes, DICOM, estudios imagenológicos, informática médica, modalidades médicas.

---

## ABSTRACT

At the present time, there are several imaging equipment and medical procedures that don't generate files in DICOM format. This research aims to develop an application for registration of imaging that enables viewing, conversion to DICOM format, the creation of a diagnostic report and sending the images generated by all non-DICOM medical modalities. The application will be developed in the .NET platform with C # programming language. The application would allow the growing of the medical imaging history of the patient with the digital inclusion of all modalities. This application also greatly speeds up the process of care in health institutions where imaging diagnostic is performed. This work avoids the replacement and purchase of new equipment and consumable materials to the country.

**Key words:** diagnostic Imaging, DICOM, imaging studies, medical informatics, medical modalities.

---

## INTRODUCCIÓN

En la década de 1970 surge el término radiología digital y en los últimos años se ha producido un incremento en el uso de los equipos tecnológicos en el campo de la medicina, tales como computadores, cámaras fotográficas y videocámaras digitales, debido a que los mismos han demostrado ser invaluable recursos en el diagnóstico, planificación de tratamientos y presentación de casos clínicos.<sup>1</sup>

Debido al gran cúmulo de imágenes generadas y a la necesidad de almacenarlas por largos períodos de tiempo y de manejar la información clínica de los pacientes surgen los sistemas PACS (Picture Archiving and Communications System) y los sistemas RIS (Radiology Information System). Ante una gran variedad de fabricantes de equipos médicos y la existencia de sistemas de gestión de imágenes digitales, surge la necesidad que estos puedan comunicarse entre sí y es por ello que se crea el estándar DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).<sup>2</sup> Este establece un protocolo común de comunicación entre los equipos, proveyendo diálogos normalizados entre los mismos y un formato común para las imágenes.

### Sistemas Informáticos de información radiológica

Actualmente en las organizaciones médicas existe un aumento significativo en cuanto a la información que en ellas se genera. Cada día los procesos de registro, seguimiento y tratamiento del paciente deben mejorarse, innovarse y apoyarse en tecnologías para hacer más eficiente y eficaz las actividades rutinarias del hospital, centro de salud o clínica. No basta con tener datos e información, hay que procesarla, analizarla, interpretarla y utilizarla. Por ello los sistemas de información hospitalarios tienen como propósito permitir la optimización de los recursos humanos y materiales para satisfacer las necesidades de las áreas operativas, administrativas, clínicas y de investigación en las organizaciones de salud.<sup>3</sup>

Un departamento de diagnóstico por imágenes puede alcanzar mayor productividad y rapidez en la atención al paciente haciendo uso de los sistemas PACS-RIS-Worklist.

---

Los sistemas PACS ofrecen una alternativa en el manejo de imágenes digitales en forma eficiente a través de dispositivos conectados en una red, permitiendo proveer servicios de almacenamiento, tratamiento y transferencia de información, para dar soporte a las áreas donde se genera un volumen importante de imágenes.<sup>4</sup>

Dichos sistemas hacen más fácil el acceso y la lectura de los diagnósticos y en estos momentos estos sistemas están desplegados por un sin número de especialidades médicas como la Radiología, Ortopedia, Cardiología y Oftalmología.

Un sistema PACS está compuesto fundamentalmente por los Equipos de Adquisición, las Estaciones de Visualización, los Servidor de Imágenes y la infraestructura de red capaz de interconectar los componentes anteriormente mencionados.

A pesar de la amplitud del flujo de trabajo que abarcan los sistemas PACS, estos no cubren todas las necesidades requeridas por los departamentos de diagnóstico por imágenes. Para complementarlos se utilizan los sistemas RIS. Estos se desempeñan en la gestión de la información que se genera en los departamentos de radiología. Permite la informatización de la lista de trabajo de los equipos y especialistas de la institución, la organización del flujo de trabajo de los departamentos de imagenología, la homogenización de los reportes de estudios imagenológicos que reciben los pacientes y de los reportes estadísticos de la institución, las hojas de cargo por servicios, entre otros.<sup>5</sup>

Con la idea de fortalecer estas soluciones se decide establecer una integración entre ambos sistemas, evitando inconsistencia en los datos introducidos en el RIS y los capturados por los equipos de adquisición de imágenes y modalidades médicas, así como viabilizar la comunicación PACS/RIS. Este sistema mediador entre estos productos es nombrado Worklist (servidor de listas de trabajo).

### **Manifestaciones en Cuba**

Existen numerosos sistemas PACS que dominan las disímiles especialidades médicas y garantizan la visualización y el procesamiento de las imágenes, así como la emisión del reporte de los estudios imagenológicos. La mayoría de ellos manejan la información conforme a lo establecido en el estándar DICOM.

Debido a los grandes avances de la tecnología en el campo de la medicina se ha hecho necesaria la adopción de estándares internacionales que garantizan la comunicación y el mantenimiento de las imágenes y los reportes diagnósticos.

A nivel internacional existen prestigiosas empresas dedicadas a la fabricación de equipos médicos tales como: General Electric, Siemens AG, Philips, Kodak, Agfa y Digital Imaging, Topcon y Carl Zeiss, las cuales desarrollan software que agilizan el proceso asistencial de atención al paciente.

Debido al alto costo de este tipo de soluciones de software que se fusionan con estos equipos de imágenes médicas y a la imposibilidad de Cuba de adquirir los mismos, se han desarrollado algunos sistemas para viabilizar este proceso de diagnóstico al paciente y como una fuente de entrada de recursos al país.

Uno de estos sistemas implementados en Cuba es el Imagis, el cual fue desarrollado por el centro de Biofísica Médica de Santiago de Cuba para la transmisión de imágenes médicas y multimodales del Sistema Nacional de Salud Cubano.<sup>6</sup>

En la Universidad de las Ciencias Informáticas se desarrollaron los sistemas alas PACS, alas RIS y alas PACSWorklist, los cuales posibilitan establecer un flujo de trabajo más organizado en los departamentos de diagnósticos por imágenes, así como el mantenimiento de las imágenes y de la información clínica de los pacientes.

Actualmente el sistema alas PACS y alas RIS se encuentra en etapa de despliegue en hospitales cubanos, el CSI: Salvador Allende de Chuao en Caracas y en 8 hospitales distribuidos por la geografía venezolana.

### **Imposibilidad de gestionar desde el PACS las modalidades no DICOM**

A pesar de la amplia acogida que se le dio al estándar DICOM por los proveedores de equipos médicos, aún persisten un número relevante de modalidades que generan imágenes y video en formatos conocidos como jpg, bmp y avi. Se pudieran citar entre ellas la Oftalmología, la Mamografía y la Endoscopia.

Teniendo en cuenta estas características no se garantizan la homogenización y estandarización de la información. De esta forma no es posible el intercambio de dichos ficheros con un servidor DICOM compatible, lo cual puede provocar pérdida de información relevante para el diagnóstico. No es posible manejar la información del paciente dentro del entorno PACS/RIS.

La información se encuentra almacenada generalmente en la estación de trabajo donde labora el personal técnico realizando la captura de las imágenes, por lo que estas no están disponibles desde cualquier consulta de la institución ocasionando pérdida de tiempo a la hora de emitir un criterio médico.

Se hace necesario entonces la realización de un proceso de conversión de las imágenes a ficheros en formato DICOM y por ende el registro de los datos correspondiente al paciente, la institución donde se realiza el estudio, la modalidad médica, etc.

### **Soluciones informáticas existentes para la conversión de ficheros a formato DICOM**

Existen herramientas o aplicaciones que se encargan del registro y la conversión a fichero en formato DICOM de imágenes médicas, pero generalmente estas no se encuentran integradas a soluciones PACS. Algunas de ellas son:

**SMDicomCap:** Es la unión de un potente software y un hardware adecuado para llevar a cabo el proceso de dicomización de manera que los resultados obtenidos sean óptimos.

**DICOM Izer:** Comprende la captura de la imagen médica y las necesidades de almacenamiento. Facilita la visualización de imágenes y su circulación dentro de un entorno PACS. Convierte a DICOM ficheros en formato JPEG, BMP, TIFF, GIF, MPEG, AVI, WMV.

**Phoenix:** Es un conversor a DICOM multipropósito que corre sobre plataforma Windows. Convierte a DICOM, imágenes JPG, BMP y PNG, documentos escaneados, videos médicos digitalizados, entre otros, para ser enviados hacia el servidor de un PACS.<sup>6</sup>

## **Aplicación para el registro de estudios imagenológicos. Solución para equipos de Oftalmología**

En la Universidad de las Ciencias Informáticas se desarrolló una herramienta con el propósito de garantizar el registro y la conversión a formato DICOM de los estudios generados por algunos equipos de Oftalmología. Dicha aplicación posibilita la incorporación de modalidades no DICOM a un entorno PACS. Es capaz de comunicarse con un Servidor Worklist, permite la utilización de las listas de trabajo, evita la introducción doble de los datos demográficos de los pacientes y disminuye el tiempo de realización del estudio.

A pesar de las ventajas que provee, aún posee características que limita su funcionamiento, tales como:

- No es extensible a todas las modalidades no DICOM porque posee especificaciones propias de la Oftalmología.
- No contempla que dada una situación desde la misma herramienta se puedan enviar imágenes que originalmente están en formato DICOM.
- No maneja de forma organizada el envío múltiple de varios estudios hacia el servidor DICOM.
- Actualmente no es posible realizar una captura directa (por hardware) de las imágenes generadas por los equipos de adquisición.
- No incluye una herramienta básica de visualización que ayude a definir un criterio de selección de las imágenes que finalmente conformarán el estudio a almacenar en el servidor.
- No posibilita la edición inmediata de un reporte diagnóstico para modalidades tales como Ultrasonido, Mamografía, Endoscopia etc.

### **Problemática existente**

En los departamentos o áreas especializadas en la modalidad de Endoscopia se presenta una situación similar a la del servicio de Oftalmología. El médico realiza el procedimiento auxiliado de un equipo que en su generalidad genera imágenes en formatos no DICOM. Debido a ello no es posible almacenar las imágenes en el servidor del sistema alas PACS. Esta situación provoca que el margen de tiempo para consultar las imágenes después de realizado el estudio sea muy corto, dependiendo de la capacidad de almacenamiento de los equipos. Por la misma razón se hace más engorroso el seguimiento del paciente porque se imposibilita la comparación de estudios realizados con mucho tiempo de anterioridad. Se dificulta en gran medida el proceso de enseñanza y aprendizaje de los médicos residentes porque en el servidor de imágenes no se encuentran las imágenes médicas pertenecientes a la modalidad de Endoscopia.

Debido a estos elementos se hace necesario viabilizar la gestión de los estudios imagenológicos no DICOM no solo en la modalidad médica de Oftalmología sino también en la de Endoscopia.

La presente investigación tiene como objetivo la propuesta de desarrollo de una aplicación para el registro de estudios imagenológicos que posibilite la visualización, la conversión a formato DICOM, la conformación de un reporte diagnóstico y el envío de las imágenes generadas por todas las modalidades médicas no DICOM.

## RESULTADOS

Teniendo en cuenta las necesidades planteadas, el sistema que se desarrolla e implementa debe garantizar adicionalmente las siguientes funcionalidades para todas las modalidades no DICOM:

- Capturar las imágenes por hardware y visualizarlas en tiempo real, posibilitando un previo procesamiento básico de las mismas.
- Convertir a formato DICOM 3.0 las imágenes generadas desde todas las modalidades médicas.
- Posibilitar el almacenamiento de todas las imágenes en un servidor DICOM compatible permitiendo a su vez la disponibilidad de las mismas desde cualquier estación de trabajo de la institución médica.
- Permitir el trabajo con ficheros en formato DICOM (imágenes de captura secundaria).
- Integración con un sistema RIS y con una herramienta de reporte que garantice la creación y el mantenimiento de la historia clínica imagenológica del paciente.

Al llegar el paciente a la institución de salud y concretar su cita para realizarse un estudio médico, éste va hacia el equipo de adquisición de imágenes.

Teniendo en cuenta que dicho equipo no genera ficheros en formato DICOM y con la estación de trabajo previamente conectada al equipo el sistema propuesto deberá ir capturando en tiempo real los ficheros e incorporándolos a un visor base que posibilite la visualización de estos y la realización de operaciones como brillo, contraste, zoom, rotaciones, etc.

Dada estas posibilidades el especialista puede dictaminar el diagnóstico del paciente y elaborar un reporte en la herramienta de alas PACS para la edición de informes médicos.

El personal médico presente deberá encargarse de llevar a cabo el proceso de Registro, donde incorporará los datos demográficos del paciente y del estudio en cuestión ya sea de forma manual o a través de las listas de trabajo proveídas por alas RIS.

Posteriormente se procederá a realizar el envío de las imágenes hacia el servidor de alas PACS por lo que el sistema debe previamente convertir a formato DICOM los ficheros que fueron cargados en él, independientemente de la modalidad médica que los haya exportado.

La propuesta realizada posibilitará la viabilización del flujo de trabajo en los departamentos de diagnósticos por imágenes haciendo más rápido y eficiente el proceso de atención al paciente teniendo en cuenta que:

- Se garantizará el registro y la inclusión de las modalidades no DICOM dentro de un entorno PACS donde los archivos generados por los equipos de adquisición de imágenes no están en formato DICOM.
- Se logrará enriquecer la historia clínica imagenológica del paciente teniendo en cuenta que la misma contendrá los reportes de todas las modalidades médicas que realicen diagnóstico por imágenes.
- Se evitará la no disponibilidad de las imágenes no DICOM ocasionada por la pérdida o el deterioro de las mismas. Posibilita a su vez la disponibilidad de ellas para la docencia y la formación de nuevos especialistas.

En el cuadro 1 se ilustra el flujo de Trabajo PACS-RIS y en las figura 1, 2 y 3, la interface del prototipo no funcional de la aplicación.

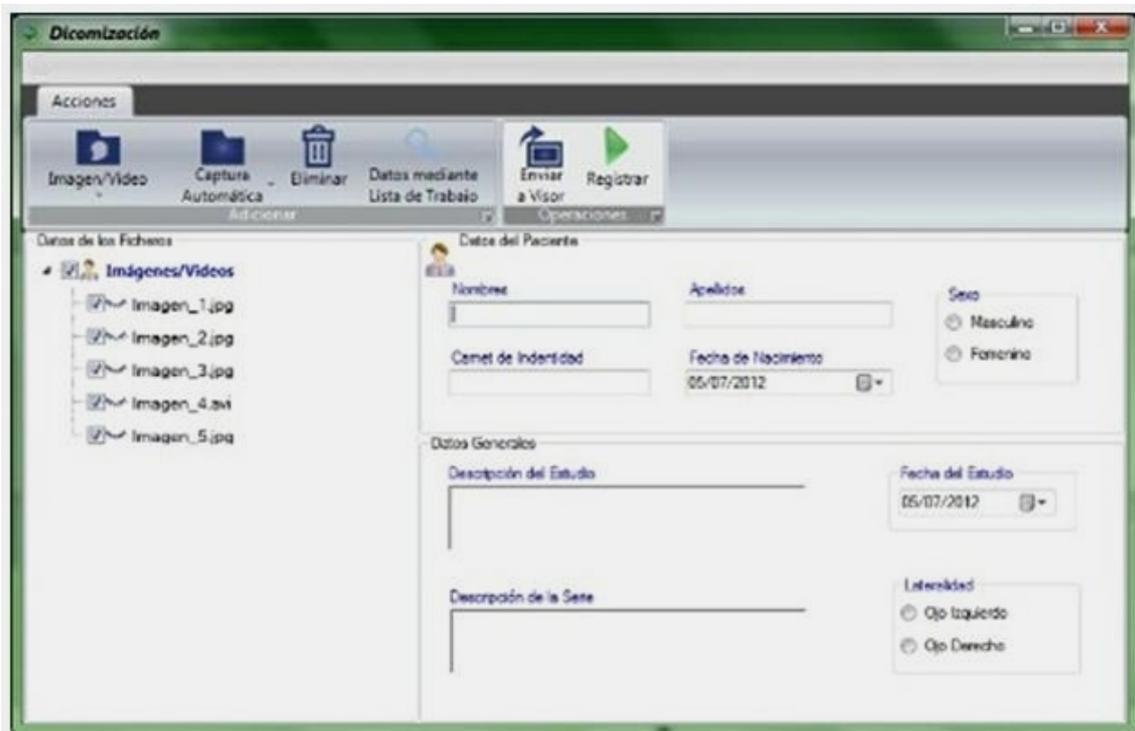
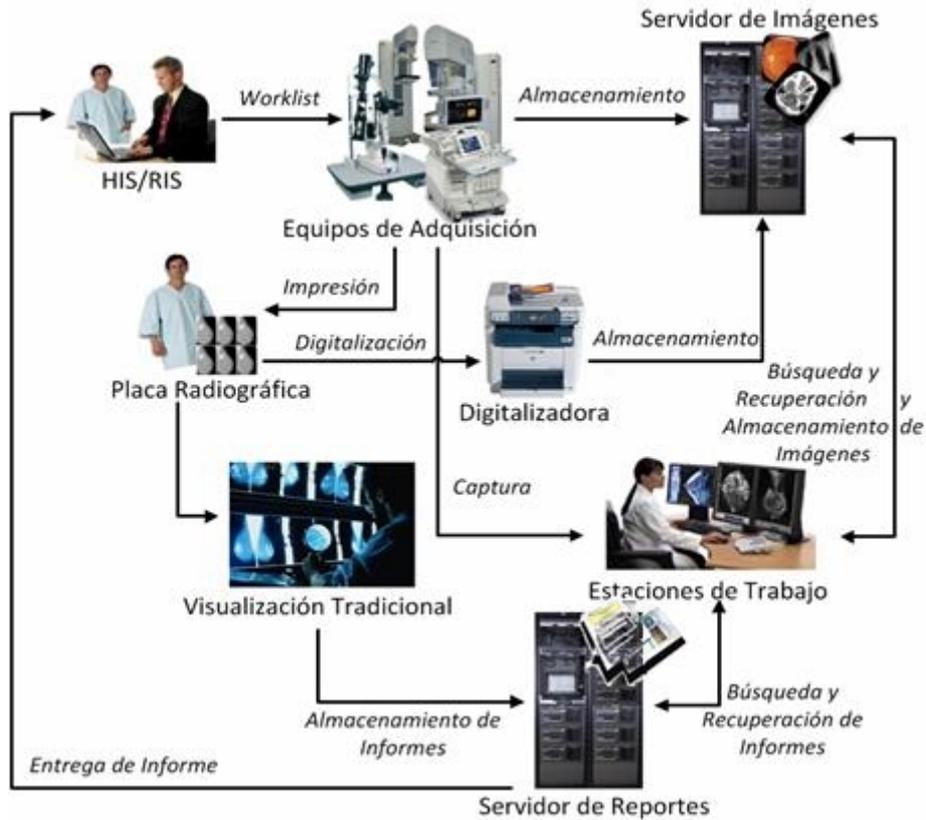


Fig. 1. Herramienta para la conversión de los estudios a formato DICOM.



Fig. 2. Herramienta para la visualización de imágenes.

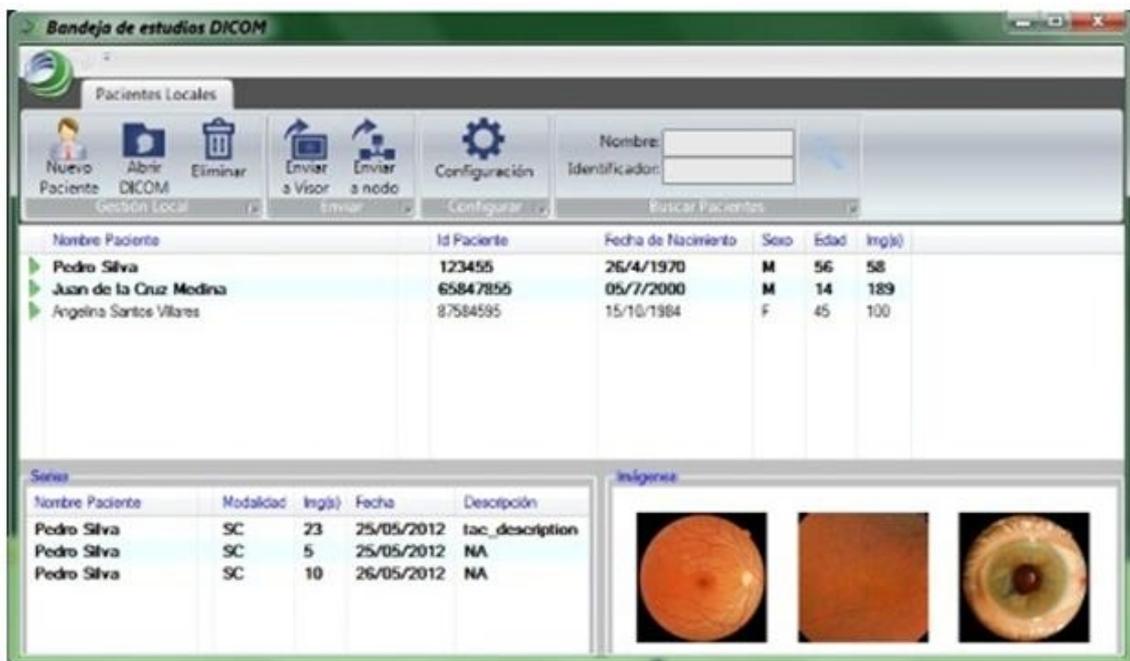


Fig. 3. Herramienta para la gestión de estudios ya convertidos a formato DICOM.

## CONCLUSIONES

Con la implementación de esta propuesta se reportarán beneficios económicos al país analizando que no será necesaria la reposición de equipos ya no tan modernos que no generen ficheros en formato DICOM, lo cual resultaría muy costoso.

Se pudiera reportar un ahorro importante en cuanto a la compra de materiales gastables como las placas radiográficas y el papel para la impresión de imágenes de ultrasonidos.

Se posibilitará a su vez dar mayor explotación a las funcionalidades brindadas por los sistemas alas PACS y alas RIS en las instituciones de salud donde este se encuentre instalado.

Al estar disponibles para toda la institución de salud las imágenes médicas de Endoscopia, ésta agiliza el proceso de atención al paciente, lo cual propicia la elevación de los indicadores de salud.

## RECOMENDACIONES

Sería relevante que el Reportador de alas PACS posibilitara la edición de informes diagnósticos sin las necesidad de tener visualizado algún estudio. De esta forma se garantiza que se pueda informar a través de él un estudio que no puede ser digitalizado y aún se encuentra en formato común (placa).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bruce R. RIS/PACS integration - what is it and what are its benefits? [citado el 12 jun. 2012]. Disponible en: <http://www.openmedtech.com/images/RIS.htm>
2. Instituto Universitario del Hospital Italiano de Buenos Aires. Imágenes, señales e informes en simultáneo. Buenos Aires: Sistema de Información en los Sistemas de Salud; 2009.
3. Sistema de Información Hospitalario (HIS). Curso de Introducción a la Informática Médica. [Citado: septiembre 20, 2010.] Disponible en: <http://www.facmed.unam.mx/emc/computo/ssa/HIS/hisindex.htm>
4. Garlan D, Shaw M. Architecture, an Introduction to Software. Pittsburgh: School of Computer Science, Carnegie Mellon University; 1994.
5. Vega Izaguirre I, Planos González A. Alas RIS [Tesis]. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas; 2008.
6. Rivero Castro A, Hernández Noguera A. Aplicación para el registro de estudios imagenológicos. Solución para equipos de Oftalmología [Tesis]. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas; 2009.

Recibido: 10 de junio de 2012.

Aprobado: 15 de octubre de 2012.