



## Sistema Automatizado de Imagenología del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología basado en software libre

### *Automated Imaging System of the National Institute of Oncology and Radiobiology based on free software*

Ricardo Gómez Vila <sup>1\*</sup> , Daniel José Olazabal Guerra <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Hospital Docente Clínico Quirúrgico "Aleida Fernández Chardiet". Mayabeque, Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Tecnología de la Salud. XETID. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia:  
[richardgomez@nauta.cu](mailto:richardgomez@nauta.cu)

Recibido: 28 de marzo del 2023  
Aceptado: 23 de junio del 2023

#### Citar como:

Gómez-Vila R, Olazabal-Guerra DJ. Sistema Automatizado de Imagenología del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología basado en software libre. Rev. Cubana Tecnol. Salud [Internet]. 2023 [citado:]; 14(2):e4061. Disponible en: <http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/4061>

#### RESUMEN

**Introducción:** el proceso de transformación digital de la sociedad que se desarrolla en Cuba, impacta en el sector de la salud. Los servicios de Imagenología beneficiados por este proceso conciben la búsqueda de alternativas a través de la migración paulatina hacia el software libre, mantiene la soberanía tecnológica. **Objetivo:** describir la implementación del Sistema Automatizado de Imagenología del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología basado en Software Libre. **Método:** se desarrolló un estudio de innovación tecnológica. Fueron evaluadas por especialistas las características técnicas de visores de imágenes y se seleccionaron los visores con licencia gratuita basados en software libre. Se aplicó una encuesta en aras de conocer la satisfacción con las características y usabilidad de los visores seleccionados. La implementación dividió el análisis en visores para las estaciones de trabajo de informe radiológico y visores web. **Resultados:** de los ocho visores en análisis solo cuatro, un 50% (Agnosco DICOM Viewer, Amide, Ginkgo CADx y Synedra View Personal) cumplieron con el requisito de software libre. El Synedra View Personal obtuvo el 80% de la evaluación, muy satisfactorio por las características y usabilidad, utilizado visor en las estaciones de trabajo. **Conclusiones:** se describió la implementación del Sistema Automatizado de Imagenología del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología DCMINOR basado en software libre. Este brinda las funcionalidades requeridas en el trabajo de los especialistas de Imagenología, eleva la calidad de la atención médica prestada.

**Palabras clave:** Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Imagenología, Visor de imágenes

## ABSTRACT

*Introduction:* the process of digital transformation of the society that is developing in Cuba, impacts on the health sector. Imaging services benefited by this process conceive the search for alternatives through the gradual migration towards free software, maintaining technological sovereignty. *Objective:* to describe the implementation of the Automated Imaging System of the National Institute of Oncology and Radiobiology based on Free Software. *Methods:* a technological innovation study was developed. Specialists evaluated the technical characteristics of image viewers and free licensed viewers based on free software were selected. A survey was applied in order to know the satisfaction with the features and usability of the selected viewers. The implementation divided the analysis into viewers for radiology report workstations and web viewers. *Results:* of the eight viewers under analysis only four, 50% (Agnosco DICOM Viewer, Amide, Ginkgo CADx and Synedra View Personal) complied with the free software requirement. Synedra View Personal obtained 80% of the evaluation, very satisfactory due to its features and usability, used as a viewer in the workstations. *Conclusions:* the implementation of the Automated Imaging System of the National Institute of Oncology and Radiobiology DCMINOR based on free software was described. It provides the functionalities required in the work of imaging specialists and improves the quality of medical care provided.

**Keywords:** Information and Communication Technologies, Imaging, Image viewer

## INTRODUCCIÓN

La sociedad vive hoy la era de la información y el conocimiento, momento histórico marcado por el avance vertiginoso de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC). La inserción de la tecnología en todos los sectores sociales, el de la salud. En esta área existen más de cincuenta especialidades galenas. Con el transcurso del tiempo, han sido informatizadas, para lo cual se tienen en cuenta los requerimientos necesarios de cada modalidad clínica. <sup>(1)</sup>

La especialidad de Radiología es una de las determinantes para una entidad sanitaria al formar parte de la aplicación del método clínico en la confirmación del diagnóstico. Gracias a esta especialidad los médicos pueden confirmar el diagnóstico presuntivo, lo que se nombra radiodiagnóstico. <sup>(1)</sup>

Los Sistemas de Almacenamiento y Transmisión de Imágenes (PACS, por las siglas en inglés) surgen a inicios de la década de los 80's. Entre las causas de la aparición de estos se encuentra: el desarrollo de la informática médica, las redes de comunicación, las computadoras, los servidores y la variedad de los equipos de adquisición incorporados a los hospitales y entidades médicas especializadas. <sup>(1)</sup>

A estos factores se unió, además, la premura de que las imágenes generadas por estos, fueran almacenadas de manera correcta y segura. De igual manera se hizo necesario que las imágenes una vez almacenadas, puedan recuperarse en un tiempo mínimo y que con posterioridad puedan ser visualizadas con una calidad suficiente y adecuada. <sup>(1)</sup>

Con el proceso de expansión y generalización de los PACS en la práctica médica moderna, los beneficios de la utilización de un sistema de esta índole y la gran cantidad de fabricantes de este tipo de tecnología, surgió la necesidad de estandarizar el modo de manejar e intercambiar imágenes en función de maximizar la integración de las tecnologías generadas. Surge así el estándar Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). <sup>(1)</sup>

El estándar DICOM establece un formato donde los datos institucionales de equipo y paciente no puedan ser separados de la imagen. A través del empleo de este estándar se logra que la

imagen esta pueda ser vista en cualquier visor con capacidad DICOM sin importar el equipo de procedencia. <sup>(1)</sup>

Con la finalidad de normar el uso de estándares y establecer la correcta interoperabilidad entre los Sistemas de Información Sanitarios (SIS), aparece *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE) a finales de la década de los 90's. Constituye una iniciativa de profesionales de la sanidad y empresas proveedoras de sistemas de cómputo sanitarios. El objetivo es mejorar la manera en que los sistemas de salud comparten la información que se utiliza en la atención al paciente. <sup>(1)</sup>

IHE proporciona un marco de trabajo común que establece la forma de confeccionar soluciones prácticas para cerrar la fisura de comunicación entre los SIS y fomentar la interoperabilidad. Esto último se establece mediante Perfiles de Integración propuestos por el mismo IHE. <sup>(1- 4)</sup>

A nivel mundial en las instituciones informatizadas todas las imágenes generadas por los Sistemas de Información (SI) se gestionan de manera digital, con gran aceptación por los profesionales de la sanidad y adquieren cada vez mayor desarrollo y extensión de la aplicación de estas. Este tipo de imagen se ha convertido en la herramienta fundamental de trabajo de los especialistas de la radiología, debido a que es la fuente representativa de almacenamiento de la información del estado de salud del paciente y es la base del radiodiagnóstico. <sup>(1)</sup>

En la actualidad existen Sistemas PACS creados por empresas que producen equipos médicos de varias marcas: AGFA, Siemens, entre otros, los cuales tienen incorporado el estándar DICOM. <sup>(5)</sup> El protocolo DICOM dispone de diferentes funcionalidades (o servicios), entre ellos:

- Servicio de Almacenamiento o Archivo. (Storage).
- Servicio de Consulta y Recuperación. (Query/Retrieve).
- Servicio de Impresión. (Print Management).
- Servicio de gestión de Lista de Trabajo. (Basic Worklist Management).

La implementación de un sistema de información PACS impacta de forma directa la atención de pacientes y mejora la calidad de los diagnósticos, por otra parte, mejora el flujo de trabajo entre las diferentes especialidades. El almacenamiento de los sistemas de información PACS, puede plantear un alivio económico inmediato, pues con un conjunto de servidores específico se pueden almacenar muchos más estudios en un área física menor. <sup>(5)</sup>

En Cuba se ha debatido en diferentes espacios, sobre la soberanía tecnológica, con avances para la inclusión digital de la población, lo cual se ha concretado a nivel gubernamental con la política de informatización de la sociedad. La soberanía tecnológica es el derecho y el deber de una nación de dominar los medios tecnológicos propios a tal punto que no puedan ser controlados de manera injerencista por otros intereses ajenos al bienestar del desarrollo. <sup>(6)</sup>

El proceso de transformación digital de la sociedad que se desarrolla en Cuba, antecedido por el de informatización, ha impactado en el sector de la salud, dirigido en el país por el Ministerio de Salud Pública (MINSAP). Esta entidad desde bien temprano concibió una estrategia de informatización que se ha desplegado por todo el territorio nacional.

El MINSAP dentro de esta estrategia concibió la informatización de los servicios asistenciales y gerenciales. En el caso de la asistencia médica, son los servicios de Imagenología uno de los más beneficiados a partir de la adquisición de tecnología moderna. Entre estos equipos pueden mencionarse tomógrafos, resonancias magnéticas, Rayos X digitales, entre otros.

Por consiguiente, fue necesario emplear sistemas de visualización de imágenes que al inicio del proyecto eran garantizados por el proveedor y con el paso del tiempo dejaron de brindar actualizaciones ante el desarrollo de nuevos equipos. A ello se unió el no contar con el suficiente respaldo para el alto costo de servicios de actualización y mantenimiento.

El MINSAP también concibió la búsqueda de alternativas a través de la migración paulatina hacia el software libre pues garantiza independencia tecnológica, para lo cual se previó la formación de recursos humanos capaces de enfrentar este proceso y mantenerlo a largo plazo. La utilización de software libre ahorra recursos al ser programas con un tipo de licencia abierta que permite utilizarlos gratis. El único recurso necesario es la capacidad de instalarlos, configurarlos y mantenerlos por personal propio de la institución.

El departamento de Informática del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología (INOR) reconoció la necesidad de sustituir el sistema de imagenología que empleaba la institución por alto costo y otras no conformidades en el funcionamiento que no fueron solucionados por el proveedor. En consecuencia, se realizó un estudio con el objetivo de describir la implementación del Sistema Automatizado de Imagenología del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología basado en Software Libre, en la provincia La Habana en el período 2016-2022.

## **MÉTODO**

Se desarrolló un estudio de innovación tecnológica en el Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología en la provincia La Habana en el período 2016-2022. En el mismo se implementó un sistema automatizado de imagenología basado en Software Libre para facilitar la atención médica en la institución.

Para la investigación se emplearon métodos teóricos, entre ellos el histórico lógico y el análisis - síntesis. Dentro de los métodos empíricos fueron utilizadas la observación y la entrevista a 10 profesionales pertenecientes a la institución (entre directivos y especialistas) para consensuar los sistemas automatizados de imagenología con mejores prestaciones.

Fueron sometidos a consideración por el equipo de informática los siguientes visores de imágenes:

- Agnosco DICOM Viewer
- Ginkgo CADx
- Amide
- Sante DICOM Viewer Free
- Onis Free Edition
- Microm DICOM Viewer
- Synedra View Personal
- Radiant

Se tuvieron en cuenta para evaluar los visores de imágenes las características técnicas siguientes:

- Sistema Operativo: Windows, Linux, multisistema (funciona con Windows y Linux)
- Necesidad de licencia: Sí (se debe comprar licencia), No (Gratis, Gratis no comercial, licencias basadas en software libre – GPL y variantes)
- MPR – Multiplanar Reconstruction (reconstrucción multiplanar)
- MIP - Maximum Intensity Projection (proyección de máxima intensidad)
- Adquiere estudios desde el servidor

A partir de los aspectos anteriores, se realizó la valoración para determinar los visores que podrían ser empleados en el sistema. Los cuales tenían que cumplir con el requisito de licencia gratuita basados en software libre.

Se sometieron a valoración por los especialistas, tras analizar las características técnicas, todos los visores seleccionados con licencia gratuita basados en software libre, al ser los que de forma objetiva podían ser empleados en el sistema automatizado. Para ello se definieron los siguientes criterios de evaluación:

1. Entorno gráfico de trabajo.
2. Calidad de la imagen obtenida
3. Funcionalidades de proyección de la imagen
4. Rapidez
5. Transformaciones de contexto

Estos criterios fueron evaluados mediante una encuesta de satisfacción con indicadores de la escala de Likert. Según esta escala, se realizó una valoración cuantitativa a partir de la escala cualitativa donde:

- 1 es muy insatisfactorio,
- 2 es insatisfactorio,
- 3 es ni satisfactorio ni insatisfactorio,
- 4 es satisfactorio,
- 5 muy satisfactorio.

Para la implementación se subdividió el análisis en dos: visores para las estaciones de trabajo de informe radiológico y visores web. Esta actividad fue desarrollada por el departamento de Radiología supervisado por el equipo de informática. En la implementación del sistema automatizado de Imagenología se tuvieron en cuenta varios componentes físicos y lógicos:

- Servidores: servidores de datos e imágenes en entorno GNU/Linux con la incorporación adicional de ampliaciones de discos duros para incrementar la capacidad de almacenamiento.
- SAI: sistemas de alimentación ininterrumpida. Estos sistemas, además de estabilizar la corriente que recibe el servidor, lo apagan de manera controlada en caso de cortes prolongados de corriente.
- Clientes: ordenadores de gama media con monitores de alta resolución 1Kx1'5K, 2K x 2'5K pixels y superiores en entorno Windows. Además de la posibilidad del uso de celulares o tabletas.
- Red Informática: se trata de un componente fundamental que permite la interconexión de todos los elementos del PACS y el enlace con el resto del Instituto.

En el sistema de gestión de imágenes médicas en desarrollo se acogió el estándar DICOM para el servidor de archivos según el protocolo:

- Servicio de Almacenamiento o Archivo. (Storage).
- Servicio de Consulta y Recuperación. (Query/Retrieve).
- Servicio de Impresión. (Print Management).
- Servicio de gestión de Lista de Trabajo. (Basic Worklist Management).

Al momento de la implementación se explotaron los tres primeros servicios. Se mantiene en desarrollo actual el cuarto a partir de la posible integración con el SIS del hospital. El Sistema Operativo escogido para la instalación y configuración del servidor fue GNU Linux. Nombre formal para los sistemas operativos basados en el núcleo Linux y el conjunto de componentes desarrollados por el proyecto GNU.

Se instaló en el nuevo servidor adquirido con esta finalidad la plataforma de virtualización PROXMOX. Con posterioridad se instaló una máquina virtual Debian Linux con suficientes recursos para el funcionamiento del sistema. Como PACS se decidió emplear el DCM4CHEE, software libre escrito en lenguaje Java, que ejecuta todas las funcionalidades innatas de un servidor de imágenes. Una vez probado el adecuado funcionamiento del servidor, se nombró «DCMINOR».

En el análisis y procesamiento de la información se empleó el Microsoft Excel. A partir de la implicación ética que puede tener la divulgación de la información registrada en los repositorios de imágenes médicas, se asumen los principios de garantizar la confidencialidad, integridad y seguridad de la información personal recogida en ellas. De igual forma se solicitó el consentimiento informado a los entrevistados.

## RESULTADOS

De los ocho visores comparados según características técnicas, seis resultaron funcionales con sistema operativo Windows de manera exclusiva, lo que representó el 75%. Sin embargo, el 100% puede emplearse con este sistema operativo, pues los dos restantes son multisistema. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resultados de la revisión según características técnicas y visor

Visor	Sistema Operativo	Necesidad de licencia	MPR	MIP	Adquiere estudios desde el servidor
Agnosco DICOM Viewer	Windows	No	No	No	No
Ginkgo CADx	Multisistema	No	Sí	Sí	Sí
Amide	Multisistema	No	No	No	No
Sante DICOM	Windows	Sí	Sí	Sí	No
Onis Free Edition	Windows	Sí	No	No	Sí
Microm DICOM	Windows	Sí	Sí	Sí	No
Synedra View Personal	Windows	No	Sí	Sí	Sí
Radiant	Windows	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: postDICOM <sup>(9)</sup>

Notas:

MPR – Multiplanar Reconstruction (reconstrucción multiplanar)

MIP - Maximum Intensity Projection (proyección de máxima intensidad)

De los ocho visores en análisis, se tomó a consideración el requisito indispensable a cumplir con la característica de software libre. De ellos solo cuatro (Agnosco DICOM Viewer, Amide, Ginkgo CADx y Synedra View Personal) visores cumplieron con el requisito lo que representó el 50%.

El *Synedra View Personal* constituyó el visor con mayor nivel de satisfacción (evaluación el 80% de la evaluación fue 5 muy satisfactorio) por las características y usabilidad. Es rápido y permite la reconstrucción de imágenes para las estaciones de trabajo que funcionan con sistema operativo Windows. Estos resultados constituyeron la referencia en la generalización en el servicio. (Tabla 2). Lo cual se comprobó según la observación realizada, en las estaciones de trabajo que poseen instalado el sistema operativo Windows.

**Tabla 2.** Resultados de la encuesta de satisfacción según visores y criterios de evaluación

Criterio de evaluación	Visores			
	Agnosco	Amide	Ginkgo CADx	Synedra View

	DICOM Viewer			Personal
Entorno gráfico de trabajo.	3	4	4	4
Calidad de la imagen	4	4	5	5
Funcionalidades de proyección de la imagen	4	4	3	5
Rapidez	4	4	4	5
Transformaciones de contexto	4	3	3	5

En el caso de los visores web, se instaló el Oviyam. Los visores Web se encargan de visualizar las imágenes no diagnósticas al resto de los especialistas. Se considera parte del PACS al ser la herramienta que permite la visualización de las imágenes en cualquier computadora, celular o tableta conectados a la red del hospital con el único requisito de disponer de un navegador de internet.

Estos visores proporcionan las herramientas informáticas necesarias para procesar las series de imágenes resultantes de los equipos actuales (TAC, PET-CT, Mamógrafos y cualquier dispositivo que respete el formato DICOM). Permite la adición del equipamiento que pueda ser adquirido en el futuro.

Los resultados obtenidos fueron un servidor web con Sistema Operativo GNU/Linux que almacena las imágenes y una interfaz de programación (API) que interactúa con el servidor. La integración de estas herramientas permitió recuperar todas las imágenes que estaban dispersas en diferentes servidores y discos del INOR para el envío manual al servidor y solucionar el manejo de las imágenes en el sistema y mitigar la interacción humana.

## DISCUSIÓN

La principal motivación para realizar este trabajo consiste en perfeccionar y hacer más eficiente el trabajo del personal médico de Imagenología. Lo cual tiene énfasis en las funciones asistenciales, donde se requiere una actualización constante y una mejora en la calidad de las imágenes.

Para el desarrollo del sistema en cuestión, se recurrió a la utilización de softwares libres, por las ventajas en términos de accesibilidad, flexibilidad y seguridad. Esto permite a las instituciones cubanas de salud, disponer de herramientas tecnológicas de alta calidad sin los altos costos de las licencias de software propietario. <sup>(6)</sup>

Esta solución se asemeja al propósito de Blanco Lores et. al. <sup>(7)</sup> en la región oriental de Cuba con la conformación de la Red Oriental de Imágenes Médicas. En este caso emplearon este mismo tipo de software para el establecimiento de la red interservicios de Imagenología de la región; constituida por 18 hospitales distribuidos entre las provincias de Tunas, Holguín, Granma, Guantánamo y Santiago de Cuba, además de tres hospitales de la capital hasta mediados de 2022.

El caso de este estudio citado con anterioridad, constituye un sistema de gestión de imágenes médicas que incluye un servidor de archivo conforme al estándar DICOM. <sup>(7)</sup> El sistema desarrollado en el presente estudio se apegó a este estándar. Para elegir un visor DICOM se deben tener en cuenta algunos aspectos: <sup>(9)</sup>

- Uso previsto para el software: se debe tener en cuenta si el sistema lo usarán estudiantes de medicina o radiólogos profesionales para generar los informes de las imágenes médicas.
- Sistema Operativo a utilizarlos: determinar cuál es el Sistema Operativo instalado en las estaciones de trabajo de los radiólogos, asegurarse que los visores funcionen en el sistema más utilizado en el hospital o que puedan ser multisistemas.

- Dispositivos de trabajo: en la actualidad no solo se utilizan las máquinas de escritorio para visualizar imágenes médicas. Se emplean además las computadoras portátiles, tabletas y celulares inteligentes desde los que se puede tener acceso al visor seleccionado.
- Funciones adicionales: los visores permiten trabajar con imágenes provenientes de TAC, ultrasonido, rayos X, PET-CT, ecografías. Para el estudio correcto se necesitan la reconstrucción multiplanar (MPR), reconstrucción 3D, representación del volumen y las proyecciones de intensidad máxima y mínima (MIP). También la fusión de imágenes puede ayudar en el diagnóstico y la notificación.

En cuanto al sistema operativo del servidor, se eligió Linux y el conjunto de componentes desarrollados por el proyecto GNU, la distribución Debian al ser conocido por ser un sistema operativo estable y con garantías en la seguridad gracias a la arquitectura. Es un sistema con una alta escalabilidad, por lo que es adaptable a las necesidades cambiantes de los sistemas, ya sea para agregar usuarios o en el manejo de mayor cantidad de datos. <sup>(8)</sup>

De manera similar se eligió el visor Synedra View Personal para las estaciones de trabajo. Entre las funcionalidades se encuentra la posibilidad de incorporar los estudios que aporten los pacientes en CD/DVD de estudios anteriores, de forma tal, que puedan ser enviados al servidor para el almacenamiento y comparación futura desde el puesto de trabajo del radiólogo.

Por otra parte, el visor web Oviyam permite que cada técnico con autorización pueda ver las imágenes de los pacientes en cualquiera de las computadoras del instituto, incluye *tabletas*, celulares y *laptops* de forma inalámbrica. Está disponible para el uso en la red en cualquiera de los navegadores de internet actualizados.

En el país se emplea una amplia gama de visores de imágenes, entre ellos el *Imagis 2.0* desarrollado por el Centro de Biofísica Médica de Santiago de Cuba. Constituye un sistema de visualización multi-modalidad de imágenes médicas, certificado por el Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED). En particular, *Imagis 2.0* es utilizado para la conformación de estaciones de visualización de imágenes médicas. <sup>(7)</sup>

Se emplea y continúa en desarrollo por el Centro de Informática Médica (CESIM) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) la plataforma XAVIA PACS. El objetivo es proporcionar al personal médico de los servicios de diagnóstico por imágenes, una gama de herramientas de propósito general, para el almacenamiento, visualización, procesamiento de imágenes médicas digitales y la edición de los informes que son emitidos, facilita el acceso y el intercambio de las imágenes DICOM compatibles. <sup>(10)</sup>

Los autores coinciden con Huertas, <sup>(11)</sup> quien manifiesta que la mayor importancia de este trabajo radica en la radiología y la información que es posible obtener mediante esta, son de gran ayuda para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes. Además, constituye un método inigualable que mejora la calidad del trabajo del tecnólogo.

Huerta <sup>(11)</sup> plantea además que, en la cotidianeidad y la práctica médica, de los PACS aportan valor a las instituciones hospitalarias. Entre las principales ventajas que este ofrece se encuentra es la disminución de tiempos y el almacenamiento físico que justifican la utilización de sistemas.

El ejemplo presentado por Castiblanco <sup>(12)</sup> con el desarrollo del plugin Atix - Visualizador Web, cuya principal ventaja es la funcionalidad en navegadores web, que no requiere instalación, no presenta problemas con diferentes sistemas operativos y ofrece la posibilidad de procesar las imágenes desde el uso de los plugins. No obstante, es un proyecto en desarrollo y precisa de funciones en pro de la utilidad y la experiencia percibida por usuarios.



Otro ejemplo de desarrollo de un sistema similar, es el presentado por Camatón <sup>(13)</sup> en Ecuador. Esta propuesta resuelve el problema de la gestión y el registro de imágenes mediante el desarrollo de un servidor web de almacenamiento y una interfaz de programación. Interactúa con el servidor, permite subir, eliminar y obtener una imagen para el sistema de matriculación en línea.

En el proyecto de Camatón <sup>(13)</sup> la construcción del servidor web se basa en el modelo de software incremental en el desarrollo de la interfaz de programación, se reduce el tamaño de la imagen mediante el uso del modelo experimental. El servidor web se creó con las herramientas del stack LAMP, que utiliza la arquitectura cliente-servidor y patrón de arquitectura MVC.

En Colombia Guzmán <sup>(14)</sup> a partir de considerar que la mayoría de instituciones de la salud cuentan con un sistema PACS, realizó un sitio web con la funcionalidad de un PACS para uso educativo, con el objetivo de fortalecer los conocimientos adquiridos de forma teórica por los estudiantes. El PACS implementado utiliza tres componentes fundamentales: Base de datos en MySQL, Lenguaje de programación Python (pynetDicom) y HTML.

En Cuba, Savón y Blanco <sup>(15)</sup> demuestran las experiencias alcanzadas en el desarrollo de un Sistema de Transmisión Interhospitalaria de Imágenes Médicas. En el trabajo son presentadas evidencias sobre la factibilidad de este tipo de soluciones, en particular son aprovechados los servicios web proporcionados por el servidor DICOM Orthanc y el alcance del sistema PACS Imagis en toda la región oriental de Cuba.

## CONCLUSIONES

Se describió la implementación del Sistema Automatizado de Imagenología del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología DCMINOR basado en software libre. Brinda las funcionalidades requeridas para un adecuado trabajo de los especialistas del área de Imagenología y eleva la calidad de la atención médica prestada.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

**Ricardo Gómez Vila:** Conceptualización, Investigación, Software, Redacción, Validación.

**Daniel José Olazabal Guerra:** Metodología, Redacción, Análisis Formal, Supervisión, Redacción-Revisión-Edición.

Todos los autores aprueban la versión final del manuscrito.

## FINANCIACIÓN

No se recibió financiación para el desarrollo del presente estudio.

## CONFLICTOS DE INTERESES

No se declaran conflictos de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cantera-Pérez J, Valido-Pérez Y, Darias-Pérez D. Componente para la gestión de notas del Perfil IHE en imágenes médicas del Sistema XAVIA PACS. En: IV Convención Internacional de Salud Cuba Salud 2022. [Internet]. 2022. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://convencionsalud.sld.cu/index.php/convencionsalud22/2022/paper/viewFile/2294/1062>
2. National Electrical Manufacturers Association. DICOM PS3.1 Introduction and Overview. 2020.

3. IHE International Inc. IHE Radiology (RAD) Technical Framework. 2015. p. 136-55.
4. Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) - IHE International. Illinois: IHE International; 2020.
5. Gelvez-Ortega R, Sandoval-Betancourth OI, Herrera-Montenegro DA, Ruedas- Vega JC, Chica-Acevedo JA, Cerón-Parra JL. Análisis de las ventajas y desventajas de la implementación de sistemas PACS en el Hospital Susana López de Valencia E.S.E. de Popayán. [Internet]. 2023. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54531>
6. Albo-Castro MN, Coc- Bergolla Y. Importancia de la calidad de la distribución GNU/Linux Nova para la informatización del sistema de salud de Cuba. Rev. cuba. inf. cienc. salud [Internet]. 2020 Dic. [Consultado 2023 Mar 27]; 31(4):e1594. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S230721132020000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230721132020000400008)
7. Blanco-Lores H, Martíne- Muñoz R, Despaign- Mengana S, Polanco-Martínez SS, Mesa-Pujals AA, Rodríguez-Rubio R, Savón-Berenguer A. Red Oriental de Imágenes Médicas, Hacia el Intercambio Nacional de Imágenes Médicas. En: IV Convención Internacional de Salud Cuba Salud 2022. [Internet]. 2022. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://convencionsalud.sld.cu/index.php/convencionsalud22/2022/paper/download/2922/1205>
8. Abarca-Samayoa JM. Modelo de gestión de entregas de software para incrementar la productividad del equipo de desarrollo del proyecto Debian GNU/LINUX, 2021. [Tesis de Grado]. [Internet]. Guatemala: Universidad San carlos de Guatemala; 2021. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16513/1/Josué%20Miguel%20Abarca%20Samayoa.pdf>
9. Los 25 mejores visores de Dicom gratuitos para médicos, estudiantes de medicina y profesionales de la salud. [Internet]. postDICOM. 2023. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://www.postdicom.com/es/blog/top-25-free-dicom-viewers>
10. Molina-Hernández Y, Vega-Izaguirre L, López-Cossio F. Experiencias del registro del sistema XAVIA PACS como software sanitario en el CECMED. En: IV Convención Internacional de Salud Cuba Salud 2022. [Internet]. 2022. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://convencionsalud.sld.cu/index.php/convencionsalud22/2022/paper/viewPaper/2200>
11. Huertas-Toapaxi EM. Construcción de un sistema móvil basado en agentes para el departamento de Radiología, que integre sistemas HIS y PACS. 2022. [Tesis de Grado]. [Internet]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito; 2022. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22445>.
12. Castiblanco-Rodríguez JC, Escalante-Perez MA. Desarrollo de plugins web de procesamiento de imágenes médicas. 2021. [Tesis de Grado]. [Internet]. Bogotá: Universidad de los Andes; 2022. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/52895>.
13. Camatón-Rendón JA. Desarrollo de servidor de almacenamiento y servicio de imágenes utilizando librerías de reducción y escalado en la "Escuela Lic. Angélica Villón Lindao". 2021. [Tesis de Grado]. [Internet]. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2021. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6487>.
14. Guzmán-Hernández AN. Desarrollo de un sistema de imágenes, archivos y comunicaciones radiológicas (PACS) mediante el protocolo DICOM e implementado con python. 2020. [Tesis de Grado]. [Internet]. Bogotá: Universidad Antonio Nariño; 2020. [Consultado 2023 Mar 26]. Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/3075>.
15. Savón-Berenguer A, Blanco-Lores H. Sistema de Transmisión Interhospitalaria de Imágenes Médicas. Orange Journal. [Internet]. 2021. [Consultado 2023 Mar 27];3(6), 48-57. Disponible en: <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2021.6.05>.



Los artículos de *Revista Cubana de Tecnología de la Salud* se comparten bajo los términos de la Licencia **Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0. Internacional**