

Sistema de Información Radiológica XAVIA RIS

Radiology Information System XAVIA RIS

Ing. Leodan Vega Izaguirre^{1*} 0000-0002-7052-9319

Dr.C. Febe Ángel Ciudad Ricardo¹ 0000-0002-0763-9005

Ing. Eddy Yanier Duque García¹ 0000-0001-8192-9548

Ing. Geidar Soler Izquierdo¹ 0000-0001-7329-7317

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

* Autor para correspondencia: lizaguirre@uci.cu

RESUMEN

El Sistema para el Almacenamiento, Transmisión y Visualización de Imágenes Médicas XAVIA PACS, desarrollado por la Universidad de las Ciencias Informáticas, se utiliza en múltiples instituciones de salud de Cuba. El propósito de estas herramientas es manejar la imagen médica, por lo que no gestionan la información que se capta en los servicios de diagnóstico por imágenes, entre los que se encuentran los datos del paciente, del estudio imagenológico y el informe diagnóstico.

En este trabajo se exponen los resultados del desarrollo de un sistema informático para la gestión de la información imagenológica integrado al sistema XAVIA PACS para garantizar el control automatizado de la información en los servicios de diagnóstico por imágenes.

Para el desarrollo previsto fue determinante la necesidad de reutilizar el código fuente ya implementado en el sistema XAVIA PACS; se seleccionó Microsoft.NET Framework, ASP.NET 3.5, C# 3.5 como lenguaje de programación, PostgreSQL como sistema de gestión de Base de Datos. Adicionalmente, fueron tenidos en cuenta la portabilidad, el procesamiento complejo interno, la facilidad de la instalación, y la facilidad del cambio.

El sistema desarrollado automatiza la gestión de las listas de trabajo en los servicios de diagnósticos por imágenes, la gestión de la información del paciente, las citas, la planificación del trabajo de las modalidades médicas, y especialistas de radiología. La implantación del sistema desarrollado en diferentes instituciones de salud que emplean el sistema XAVIA PACS, validó la pertinencia y aplicabilidad del mismo.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Palabras clave: sistemas de información radiológica; imagenología; listas de trabajo; PACS; RIS; XAVIA PACS; XAVIA RIS.

ABSTRACT

The XAVIA PACS Medical Images Storage, Transmission and Visualization System, developed by the University of Computer Sciences is used in multiple Cuban health institutions. The purpose of these tools is to manage the medical image, so they do not manage the information that is captured in the diagnostic imaging services, among which are the patient's data, the imaging study and the diagnostic report. This article presents a computer system for the management of imaging information integrated into the XAVIA PACS system to ensure automated control of information in diagnostic imaging services.

For the planned development, the need to reuse the source code already implemented in the XAVIA PACS system was decisive; Microsoft.NET Framework, ASP.NET 3.5, C # 3.5 were selected as the programming language, PostgreSQL as the Database management system. Additionally, portability, complex internal processing, ease of installation, and ease of change were considered.

The developed system automates the management of work lists in diagnostic imaging services, the management of patient information, appointments, work planning of medical modalities, and radiology specialists. The implementation of the system developed in different health institutions that use the XAVIA PACS system, validated its relevance and applicability.

Keywords: radiology information system; imaging; worklists; RIS; PACS; XAVIA PACS; XAVIA RIS.

Recibido: 20/4/2020

Aprobado: 27/8/2020

Introducción

Las tecnologías de imágenes médicas evolucionan a una gran velocidad, incrementando la capacidad de diagnóstico y el conocimiento profundo de las más diversas patologías ⁽¹⁾. En este contexto ha tenido una gran influencia el desarrollo de la Radiología Digital que finalmente dio lugar a la Imagenología ⁽²⁾ como especialidad médica ⁽³⁾.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Con el avance de estas técnicas, se incrementó la demanda de almacenamiento y manipulación de las imágenes médicas, por lo que resulta más conveniente y eficiente emplear sistemas que integren a su vez estaciones de adquisición, consulta, diagnóstico, visualización, almacenamiento e impresión de imágenes médicas; estos sistemas son conocidos como PACS (por las siglas en inglés de *Picture Archive and Communication System*)⁽⁴⁾.

La utilización de sistemas de adquisición y tratamiento digital de imágenes médicas hizo necesario la adopción de estándares que posibilitaran el intercambio de éstas, tanto dentro de las propias instituciones como fuera de ellas. En este proceso juega un papel vital la normalización y estandarización así como los procedimientos de intercambio de las imágenes. DICOM⁽⁵⁾ es el estándar publicado en 1993, después de casi 10 años de desarrollo.

El esfuerzo de actualizar la tecnología para el diagnóstico médico, que Cuba lleva a cabo con gran esfuerzo, incluye además crear condiciones para el desarrollo y generalización de sistemas informáticos de esta naturaleza y envergadura. La infraestructura tecnológica de equipos médicos de adquisición de imágenes y de las comunicaciones ha mejorado drásticamente en los centros asistenciales del país.⁽⁶⁾

El desarrollo, puesto en funcionamiento y evolución del Sistema para el Almacenamiento, Transmisión y Visualización de Imágenes Médicas XAVIA PACS (El software ha cambiado de nombre, según la estrategia comercial y de comunicación de la UCI. Primero se denominó Cassandra PACS, luego ALAS PACS y finalmente XAVIA PACS), ha constituido uno de los principales esfuerzos de los estudiantes, profesores y especialistas de la producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y está enmarcado en la informatización del Sistema Nacional de Salud⁽⁷⁾. XAVIA PACS ha sido uno de los productos de alta demanda a nivel nacional e internacional. Muestra de esto es su instalación en más de 30 instituciones hospitalarias en Venezuela y su funcionamiento estable en instituciones cubanas.

Limitado por su propósito original, XAVIA PACS es un sistema que gestiona la información imagenológica tomando como centro la imagen digital en forma de archivo DICOM, generada en los equipos de adquisición de imágenes. Cada archivo DICOM contiene cientos de datos, como el nombre, apellidos y código de identificación del paciente. Sin embargo, no es suficiente el almacenar los datos si se mantienen las dificultades tecnológicas y organizativas relacionadas al flujo de trabajo diario de los servicios de diagnóstico por imágenes.⁽⁴⁾

Los múltiples factores y errores que pueden ser cometidos durante el trabajo diario en los servicios de diagnóstico por imágenes, y que afectan significativamente el control de la información imagenológica, pueden resumirse en:

1. Múltiples puntos de captación de datos primarios de los pacientes generando multiplicidad en sus datos recopilados.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

2. Alta probabilidad de ocurrencia de errores en los datos primarios de los pacientes por factores humanos que los introducen afectando la integridad de los datos y la información.
3. Insuficiente disponibilidad de información para la asignación de citas a los pacientes para los servicios de diagnóstico por imágenes que generan retrasos en la planificación de estos servicios.
4. Elevada no correspondencia entre los datos que se captan en los servicios de registros y citas y los que son almacenados como parte de las imágenes médicas, afectando el seguimiento a los pacientes.
5. Ausencia de un mecanismo para el control de las copias digitales de los informes diagnósticos, así como su clasificación y codificación.

Estas deficiencias en los procesos de gestión de la información y la saturación en las bases de datos imagenológicas limitan las potencialidades del PACS desarrollado por la UCI. En las instituciones se dificultan la planificación del empleo de los equipos de adquisición de imágenes médicas y del trabajo de los especialistas, afectando la calidad en la prestación de los servicios de diagnósticos por imágenes.

El objetivo del presente trabajo es describir el desarrollo del Sistema de Información Radiológica XAVIA RIS, que se integra al sistema XAVIA PACS, y garantiza el control automatizado de la información en los servicios de diagnóstico por imágenes.

Métodos

Para la ejecución de la presente investigación se sigue una estrategia explicativa y se emplearon: el método sistémico con el objetivo de modelar el objeto mediante la determinación de sus componentes, así como las relaciones entre estos. La determinación de los componentes del objetivo y sus relaciones, esto permitió explicar, por un lado, la estructura del objeto y por otro, su dinámica; se analizaron los documentos bibliográficos referentes a soluciones PACS, sistemas de información radiológica, su integración, interoperabilidad, así como estándares y buenas prácticas, estableciéndose las bases necesarias para lograr el diseño y posterior desarrollo de un sistema de información imagenológica con las características necesarias. Además, permitió la identificación de implementaciones, componentes y tecnologías existentes que fueron utilizados en el desarrollo de la investigación; mediante el método inductivo-deductivo se pudo arribar a conclusiones generales sobre los procesos de gestión de información de los pacientes en los servicios de diagnóstico por imágenes de las instituciones de salud que utilizan el sistema XAVIA PACS, especificándose las principales funcionalidades de la solución propuesta; a través de la modelación se reprodujeron las

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

principales características de la información imagenológica, representando las relaciones existentes, así como las restricciones entre los datos que la componen.

Se utilizó la entrevista para determinar los procesos del negocio y los requisitos referentes a la gestión de información imagenológica, así como las principales aspiraciones que tienen los especialistas de un sistema de información imagenológica.

La observación permitió describir cómo se realizaban los procesos y los resultados luego de concluida la investigación.

Tecnología de software para el desarrollo de XAVIA RIS

Para determinar las tecnologías y herramientas se realizó un análisis de los factores técnicos y ambientales que afectan el desarrollo de las aplicaciones informáticas de este tipo ⁽⁸⁾. Entre los criterios técnicos considerados, fue determinante la necesidad de reutilizar el código fuente ya implementado en el sistema XAVIA PACS, con el objetivo de minimizar el tiempo de desarrollo y reducir la complejidad de la aplicación en sí misma. Adicionalmente, fueron tenidos en cuenta la portabilidad, el procesamiento complejo interno, la facilidad de la instalación, y la facilidad del cambio.

Teniendo en cuenta estos elementos, se seleccionó Microsoft.NET Framework, ASP.NET 3.5, C# 3.5 como lenguaje de programación, PostgreSQL como sistema de gestión de Base de Datos. Entre otras librerías se emplean MyDICOM, NET SDK y Microsoft Ajax Library. Además, se utiliza JavaScript y jQuery para la programación del lado del cliente y las hojas de estilo en cascada.

Microsoft Visual Studio en su versión 2015, se utilizó como entorno de desarrollo integrado; Mono para garantizar que la aplicación sea ejecutada en un servidor con sistema operativo Windows, GNU/Linux y Mac OS. El lenguaje UML se utilizó para especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos que se generaron a lo largo del ciclo de vida del *software*, BPMN, para modelar los procesos de negocios y Enterprise Architect como herramienta de análisis y diseño con UML y BPMN.

Resultados

Con el objetivo de describir el proceso de gestión de la información imagenológica, fueron identificados y parcialmente caracterizados los procesos de los servicios de diagnóstico por imágenes de seis instituciones de salud: Hospital CIMEQ, Hospital “Hermanos Ameijeiras”, Hospital Naval, Hospital Militar “Carlos J. Finlay”, Hospital Pediátrico “William Soler” todas de La Habana, y de la Misión Barrio Adentro 2 el Centro de Salud Integral “Dr. Salvador Allende” en Caracas, Venezuela. En todas estas instituciones la solución XAVIA PACS se encontraba instalada al inicio de la investigación.

Durante la descripción de los procesos de negocio se identificaron puntos clave en la manipulación de la información. La figura 1 muestra el flujo general de trabajo y las actividades

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

resaltadas se consideran esenciales, ya que es dónde comúnmente se introducen errores en los datos del paciente y estudio, y que atentan contra el desempeño de los servicios de diagnóstico por imágenes.

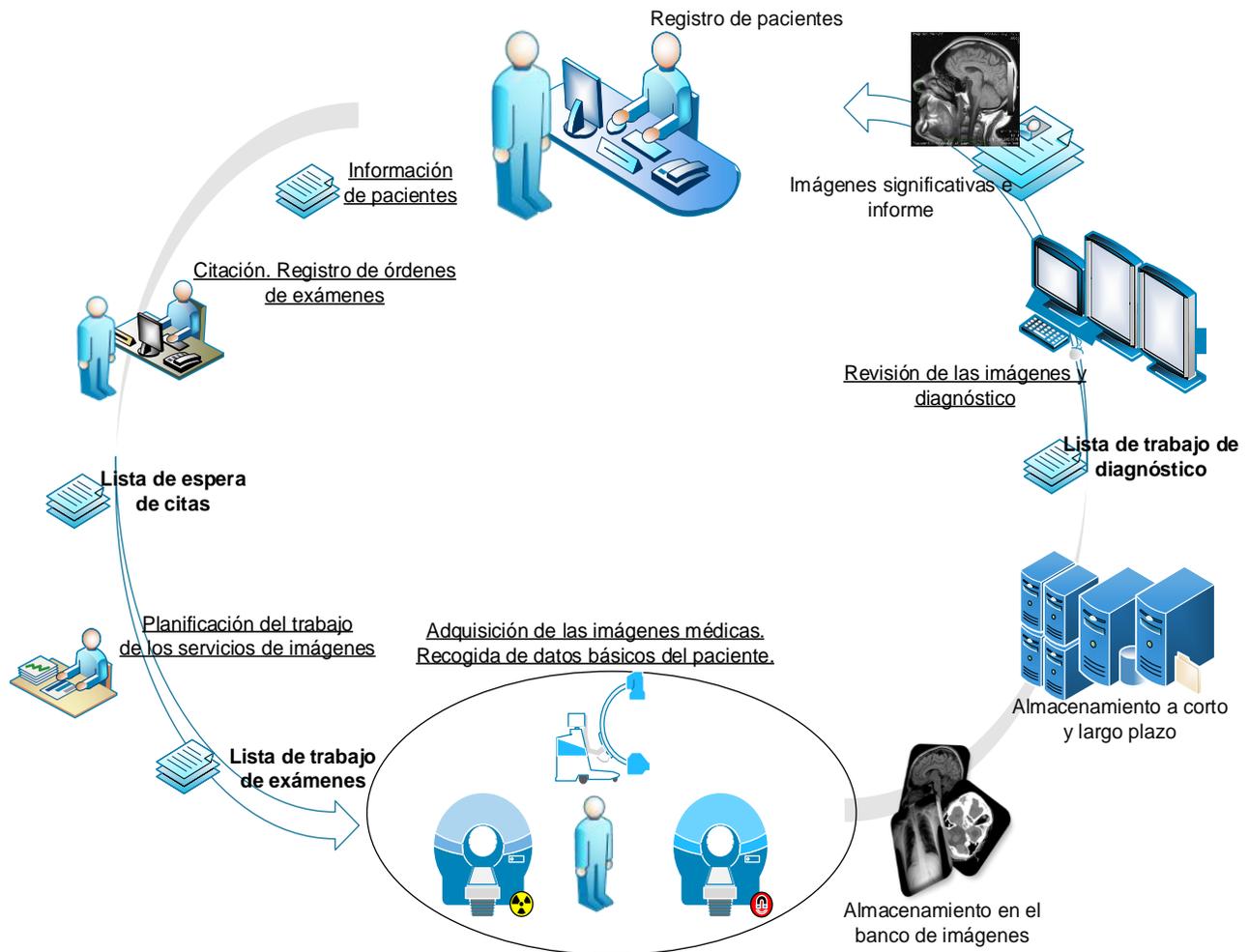


Fig. 1- Flujo de trabajo de los servicios de diagnóstico por imágenes.

Sistemas informáticos para la gestión de la información imagenológica

Para el PACS, la unidad principal de información es el estudio imagenológico realizado; esto limita la posibilidad del seguimiento clínico de los pacientes, y la posibilidad de acceder a los resultados de dichos estudios ⁽⁹⁾. El PACS no tiene la responsabilidad de controlar y gestionar la información clínica referente a los pacientes que son atendidos en los servicios de diagnóstico por imágenes, ni la asignación de citas para estudios o consultas a los mismos, ni de almacenar una historia clínica radiológica electrónica de los mismos. Su tarea se centra esencialmente en mantener el flujo de las imágenes adquiridas en las diferentes modalidades.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Aun cuando puedan existir múltiples soluciones particulares para la gestión de la información en un hospital o clínica imagenológica, la herramienta informática que permite realizar los procesos de gestión de un departamento de radiología es el RIS ^(10,11). El RIS es el sistema nervioso de los servicios de diagnóstico por imágenes ⁽¹²⁾. En ocasiones los Sistemas de Información Hospitalaria (HIS, por las siglas en inglés de Hospital Information System), incorporan las funcionalidades de un RIS. Pero independientemente, siempre será posible la identificación de componentes que responden únicamente a la interacción con el PACS y que son elementos esenciales de un RIS, como las listas de trabajo o worklists.

Si la institución posee un HIS, generalmente éste solicita al RIS que planifique una capacidad en la agenda para la realización de un examen determinado, siendo responsabilidad del último, la organización por servicios, modalidades diagnósticas, exámenes por especialistas de diagnóstico y prioridad de atención, devolviendo al final de la atención, el informe diagnóstico emitido. En otros casos, simplemente se encuentran pequeñas soluciones informáticas que solucionan parte de las problemáticas que abarca un RIS ⁽¹³⁾.

El PACS no es un ente aislado que recibe y distribuye imágenes. El RIS proporciona al PACS toda la información sobre las citaciones existentes. Un elemento a destacar, es que la modalidad diagnóstica debe contar con el servicio cliente de lista de trabajo (MWL, por las siglas en inglés de Modality Worklist). Si no fuera así, sin importar la calidad de los sistemas informáticos desarrollados, habría una ruptura en el intercambio de información, y sería necesario captar nuevamente los datos de los pacientes y el examen a realizar ⁽¹⁴⁾.

La utilización de los HIS, RIS y PACS por separado, dificulta el flujo de la información de los pacientes y estudios que se realizan en los centros de salud. La indispensable necesidad de intercambiar registros electrónicos de información clínica, dio lugar al surgimiento de HL7 (por las siglas en inglés de Health Level Seven) ⁽¹⁵⁾.

Para normar el uso de los estándares y lograr una correcta interoperabilidad, surge IHE (por las siglas en inglés de Integrating the Healthcare Enterprise) ⁽¹⁶⁾. IHE cuenta con varios dominios; el más generalizado de ellos es IHE-Radiología ⁽¹⁴⁾. Los marcos técnicos de IHE se subdividen en varios perfiles, que describen una necesidad clínica de integración entre sistemas y la solución para llevarla a cabo; definiendo la información que debe ser intercambiada y las acciones que los sistemas receptores deben efectuar al recibir la información.

Dentro del marco técnico del dominio de Radiología de IHE, los perfiles que mayor impacto tienen en la gestión de la información que se genera en los departamentos de diagnóstico por imágenes, son los perfiles: flujo programado (SWF, por las siglas en inglés de Scheduled Workflow) o workflow, reconciliación –unificación o actualización– de la información del paciente (PIR, por las siglas en inglés de Patient Information Reconciliation) y flujo de trabajo del informe (RWF, por las siglas en inglés de Reporting Workflow).

Los perfiles SWF, PIR y RWF de IHE-Radiología, concentran la mayor parte del flujo de trabajo, por lo que su cumplimiento es vital para que los sistemas informáticos, que forman parte del PACS y RIS instalados en una institución, cubran la mayor parte de los procesos que en esta se

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

realizan. Así mismo, estos perfiles describen la mayor parte de la gestión de la información imagenológica, considerando que el 80% de las funcionalidades de un RIS se basan en el workflow^(17,18).

Existen múltiples referencias sobre la implantación y puesta en funcionamiento de sistemas de información de salud, que incluyen generalmente un PACS y un RIS, en distintas instituciones, regiones de salud e incluso, sistemas de información de salud⁽¹⁹⁻²¹⁾.

Solución informática desarrollada

A partir de la caracterización de las actividades que se ejecutan en los servicios de diagnóstico por imágenes, pudo elaborarse una generalización de los procesos de negocio, identificando, modelando y describiendo 13 procesos de negocio y un subproceso. Esta propuesta fue posteriormente verificada y validada por especialistas de imagenología. Los procesos identificados son: Asignar cita, Crear lista de trabajo, Realizar complementario y Emitir informe, Almacenar informes imagenológicos, Codificar informe, Entregar resultados, Chequear informe, Grabado en media en la estación de diagnóstico, Grabado en media en el equipo de adquisición de imágenes, Grabado en media en el servidor de grabado, Confeccionar estadística diaria por cada servicio, Confeccionar estadística diaria del departamento o área y el subproceso Reprogramar cita.

A partir de la caracterización de los procesos que se ejecutan, así como la realización de entrevistas no estructuradas al personal que labora en los servicios de diagnóstico por imágenes, se conceptualizó el sistema informático esperado.

El sistema informático desarrollado, es una solución tecnológica general, basada en la web, multiplataforma, integrada al sistema XAVIA PACS, y que facilita la gestión de la información de los servicios de diagnóstico por imágenes. Es capaz de soportar configuraciones que le permiten adaptarse a flujos e informaciones específicas de las instituciones y redes de salud en las que se emplee, así como mantener un carácter de sistema informático como producto de software.

A partir de esta conceptualización, se realizó la identificación y descripción de los requisitos de software. Fueron identificados 14 paquetes de requisitos funcionales y siete categorías de requisitos no funcionales. Para la implementación de la solución se diseñó una arquitectura multicapa. La figura 2 muestra la distribución de las capas del sistema y cómo interactúan entre estas. La Capa de Infraestructura Transversal, contiene funcionalidades para gestionar las trazas y configuraciones del sistema, así como el monitoreo a la gestión de citas. La Capa de Presentación contiene los elementos visuales y la lógica de presentación. La Capa de Servicios contiene los servicios que expone la solución para comunicarse con otras aplicaciones. En la Capa de Negocio se encuentra la implementación de las funcionalidades del sistema contenidas en la lógica del negocio, los servicios y las clases persistentes. La Capa de Acceso a Datos

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

contiene funciones para guardar y recuperar la información de las clases persistentes en una base de datos.

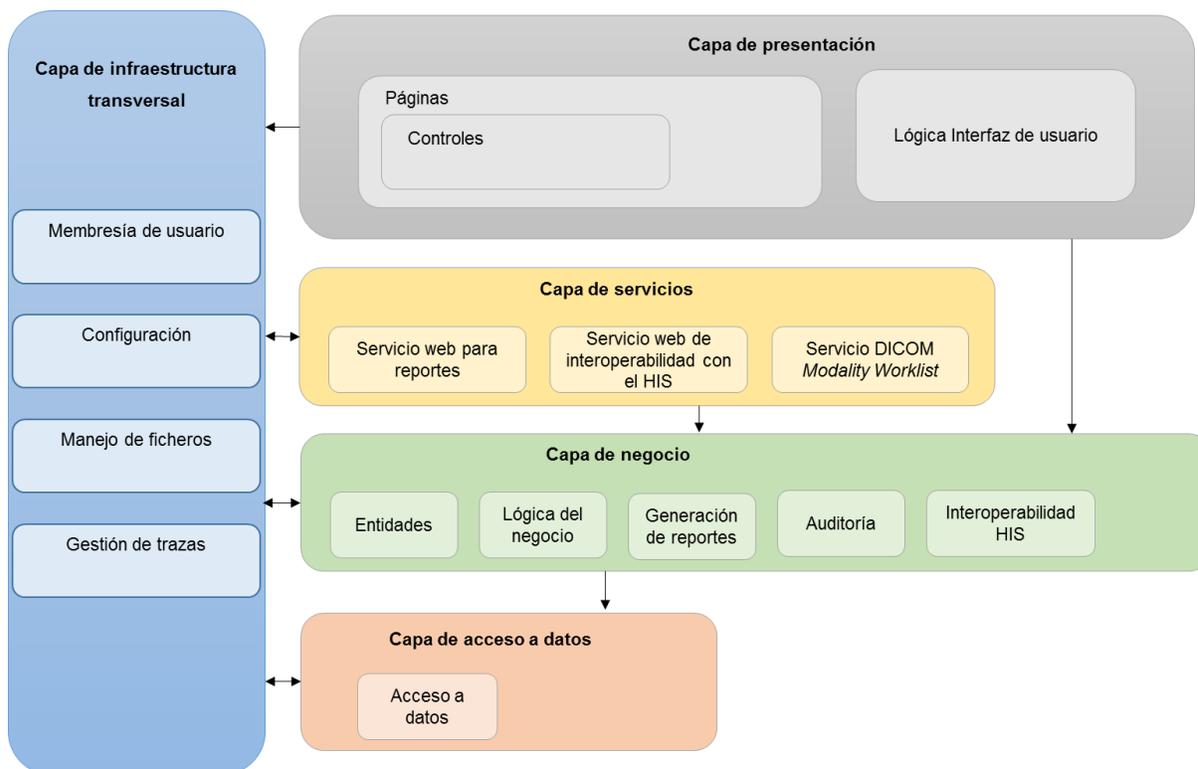


Fig. 2- Vista general de la arquitectura en capas del sistema.

Fuente: Arquitectura de software. Expediente de desarrollo del proyecto PACS-RIS.

Pruebas de software

Al concluir la etapa de desarrollo y con el objetivo de proporcionar información objetiva e independiente sobre la calidad del producto, el Centro Nacional de Calidad de Software realizó en el año 2014, las pruebas de software ⁽²²⁾. En este proceso de pruebas de liberación, se empleó el método de pruebas de caja negra, también llamado pruebas de comportamiento, empleando la técnica de partición de equivalencia ⁽²³⁾. Con los 168 casos de prueba diseñados y 451 escenarios, se probó el 100% de las funcionalidades desarrolladas. El proceso de pruebas realizado evidenció el cumplimiento de las exigencias reflejadas en el levantamiento de requisitos.

Adicionalmente, fueron revisados y evaluados los manuales de usuario, e instalación y configuración de la aplicación.

Implantación y explotación del sistema

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Desde el año 2014 el sistema se ha implantado en múltiples instituciones de salud de Cuba, Venezuela y Angola. Entre las instituciones cubanas que tienen instalado el sistema, se encuentran:

1. Centro de Cirugía de Mínimo Acceso
2. Instituto Nacional de Nefrología
3. Hospital Clínico Quirúrgico Hermanos Ameijeiras
4. Hospital Militar Central “Dr. Carlos J. Finlay”
5. Hospital Militar “Dr. Luis Díaz Soto”
6. Hospital General Docente “Celestino Hernández Robau”
7. Complejo Científico Ortopédico Internacional “Frank País”
8. Hospital Provincial Docente “Abel Santamaría”
9. Hospital Universitario “Arnaldo Milian Castro”

La Clínica Meditex, en Luanda, República de Angola, cuenta con todos los sistemas que conforman el Sistema Integral de Salud (XAVIA HIS, XAVIA PACS y XAVIA RIS). Es una solución integrada al sistema contable de la clínica, garantizando así la gestión clínica, administrativa y financiera de dicha institución.

En Venezuela, varias de las instituciones de salud de PDVSA, siguen empleando las versiones ALAS de los sistemas, aun cuando ha sido prácticamente imposible mantener el servicio de soporte técnico a distancia.

Evaluación de la satisfacción empleando la técnica ladov

Para evaluar el grado de satisfacción de los usuarios se empleó la técnica ladov ⁽²⁴⁾; las preguntas cerradas se relacionan a través de lo que se denomina el Cuadro Lógico de ladov e indican la posición de cada sujeto en la escala de satisfacción ⁽²⁵⁾. Para obtener los resultados de la aplicación de la técnica, se emplea la escala de satisfacción y la fórmula para determinar el Índice de Satisfacción Grupal (ISG) ⁽²⁶⁾.

Para el desarrollo de la misma se aplicó una encuesta a 21 especialistas de diferentes instituciones de salud, después de interactuar con el sistema desarrollado. Luego de aplicado el cuestionario y triangulado las preguntas cerradas con el Cuadro Lógico de ladov, se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 3, según la escala de satisfacción.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

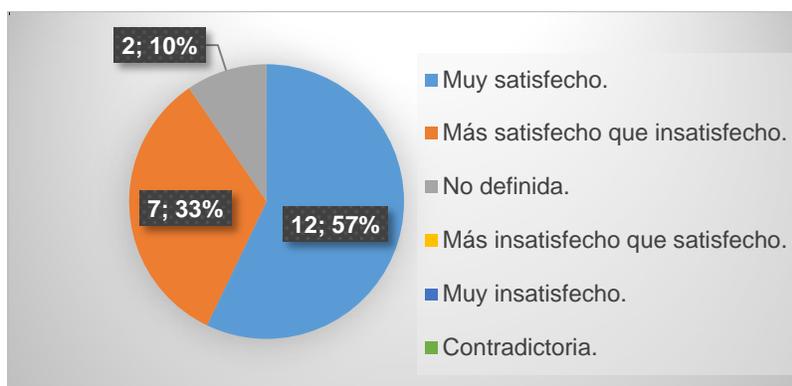


Fig. 3- Resultados de la satisfacción individual.

Se obtuvo un índice de satisfacción grupal de 0,738. Este resultado muestra el logro de una adecuada satisfacción con la propuesta y el reconocimiento del nivel de fiabilidad alcanzada.

La técnica ladov, contempla la incorporación en el cuestionario de preguntas complementarias de carácter abierto. Ello posibilitó profundizar en elementos negativos y positivos del sistema informático. Los elementos más importantes obtenidos en las respuestas a estas preguntas, se encuentran las siguientes:

1. Los equipos de adquisiciones de imágenes médicas no cuentan con clientes de listas de trabajo, lo que entorpece la implantación exitosa de la solución de software desarrollada.
2. La cultura organizacional de los servicios de diagnóstico por imágenes se transforma de manera positiva, pero requiere de un tiempo de adaptación.
3. El sistema es fácil de usar y posee una interfaz simple e intuitiva, que facilita la aceptación por todos los usuarios del mismo.

Los elementos negativos abordados fueron mínimos y relacionados fundamentalmente con cuestiones tecnológicas u organizativas de la institución de salud, que fueron analizados y se evaluó el posible impacto negativo de dichas cuestiones en la implantación de la solución.

Discusión

La implantación de la solución desarrollada, se realiza generalmente al mismo tiempo que se implanta la solución XAVIA PACS. En aquellas instituciones donde ya el PACS se encontraba instalado, se identificaron un grupo de dificultades relacionadas con el estilo de trabajo. Esto provocó que fuera necesario realizar transformaciones en los flujos de trabajo de citación, emisión y entrega de informes diagnósticos.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Las condiciones tecnológicas de las instituciones de salud, así como el empleo de múltiples sistemas informáticos no integrados, constituyen las principales limitantes para el empleo de soluciones de este tipo en Cuba. A pesar de la cultura informática que poseen los trabajadores de los servicios de diagnóstico por imágenes, el resto de la institución de salud requiere mucho esfuerzo para lograr incorporar las herramientas informáticas que automatizan y controlan los procesos en la atención al paciente.

Además, se identificó que la ausencia de la licencia de software necesaria para activar el servicio DICOM Modality Worklist Client en la mayoría de los equipos de adquisición de imágenes médicas, limita significativamente la capacidad de la solución desarrollada de garantizar el control de la información imagenológica. A pesar de que fueron implementados un grupo de requisitos para minimizar este impacto negativo, se establece una alta dependencia de la disciplina de trabajo de todos los involucrados en la atención al paciente en estos servicios.

Durante la revisión y validación de la información estadística que emite el sistema, se pudo comprobar que la mayoría de los datos primarios estaba disponible, pero el formato de los informes se encontraba desactualizado. En este proceso, se identificó que elementos como el consumo de películas radiográficas, reactivos y otros gastables, no era recogido por el sistema. Las modificaciones a los reportes estadísticos provocaron cambios mínimos en el sistema; sin embargo, la incorporación del resto de las necesidades de información requirió más análisis y tiempo de desarrollo, para garantizar la estabilidad del sistema y que se cubrieran todas las necesidades en un único desarrollo.

Otro elemento identificado, que generó modificaciones, incluyendo a las aplicaciones del PACS, está relacionado con la gestión de los servicios de diagnóstico por imágenes que no generan imágenes DICOM compatibles, ya que entre los requisitos del sistema XAVIA PACS Reporter, se especifica que el proceso de informe se iniciaba a partir de una imagen médica. Para darle solución a esta problemática, se incorporaron nuevas funcionalidades al sistema XAVIA RIS, que permiten especificar que el estudio imagenológico fue realizado y que se encuentra pendiente por informe. De esta forma se minimizó el impacto del cambio sobre las aplicaciones del PACS.

A pesar de las dificultades mencionadas, las instituciones de salud en las que se ha implantado la solución, reconocen los beneficios que se obtienen al mejorar el control de la información que se genera en los servicios de diagnóstico por imágenes.

Con el desarrollo del sistema informático, se logra la formalización de una "Plataforma para la gestión de la información imagenológica" compuesta por los sistemas XAVIA PACS y XAVIA RIS. Se ponen a disposición del profesional médico, herramientas de gestión clínica y de diagnóstico que dan respuesta a sus necesidades de información.

Entre los principales beneficios obtenidos con la implantación de la solución informática se puede mencionar que el paciente es atendido como un cliente único, con mayor prontitud y eficiencia; se disminuye la radiación a que son expuestos los pacientes a causa de la repetición de exámenes; se obtiene el resultado de los exámenes con mayor rapidez y calidad, gracias a la

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

posibilidad de visualización de las imágenes y resultados; permite el seguimiento a los pacientes según los diagnósticos emitidos en estudios anteriores; y se logra un aprovechamiento óptimo de los recursos humanos y equipos de adquisición de imágenes con la generación de las listas de trabajo.

Conclusiones

1. El análisis de gestión de la información imagenológica y de los sistemas informáticos existentes, constituyeron la base teórica del sistema informático desarrollado.
2. La caracterización del proceso de gestión de la información imagenológica, captada durante la atención a los pacientes en los servicios de diagnóstico por imágenes, permitió conceptualizar e identificar las funcionalidades que posee el sistema informático desarrollado.
3. Las tecnologías y herramientas seleccionadas facilitaron el desarrollo del sistema informático para la gestión de la información imagenológica XAVIA RIS, altamente integrado a la solución XAVIA PACS, y sin restricciones para su comercialización.
4. La implantación de la solución desarrollada en diferentes instituciones de salud facilitó el aumento del control de la información imagenológica en los servicios de diagnóstico por imágenes.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Referencias

1. Kulikowski C, Ammenwerth E, Bohne A, et al. Medical Imaging Informatics and Medical Informatics: opportunities and constraints. Findings from the IMIA yearbook of Medical Informatics 2002. *Methods Inf Med.* 2002;41(2):183-189.
2. Dreyer KJ, Mehta A, Thrall JH. PACS: A Guide to the Digital Revolution [Internet]. Springer Science & Business Media; 2001. Disponible en: <https://books.google.com.cu/books?id=FCgOkeh2zf8C>
3. Pérez Pérez O. De los albores a los albores: un recorrido por la historia de la medicina. González Hernández G, editor. Vol. 73. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2011.
4. Osteaux M, Bakker AR, Bell D, Mattheus R, Meyer-Ebrecht D, Orphanoudakis S, et al. A Second Generation PACS Concept: Hospital Integrated Picture Archiving and Communication Systems [Internet]. Springer Berlin Heidelberg; 2012. Disponible en: <https://books.google.com.cu/books?id=2jxtMAEACAAJ>
5. Pianykh OS. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide [Internet]. Springer Berlin Heidelberg; 2009. Disponible en: <https://books.google.com.cu/books?id=GpQmSXqhDcMC>
6. Delgado Ramos A, Vidal Ledo MJ. Informática en la salud pública cubana. *Rev Cuba Salud Pública* [Internet]. 2006 [citado 26 de marzo de 2018];32(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662006000300015
7. Rodríguez Díaz A, García González G, Barthelemy Aguilar K. Informatización en el Sistema Nacional de Salud. Enfoques hacia la dirección en salud. *Rev Inf científica para la Dir en Salud INFODIR* [Internet]. 2013 [citado 14 de junio de 2018];1(16). Disponible en: <http://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/8>
8. Colomo-Palacios R. Agile Estimation Techniques and Innovate Approaches to Software Process Improvement. *IGI Glob.* 2014;56-56.
9. Keayes RG, Grenier L. Benefits of distributed HIS/RIS-PACS integration and a proposed architecture. *J Digit Imaging.* 1997;10(1):89-94.
10. Nance JW, Meenan C, Nagy PG. The Future of the radiology information system. *American Journal of Roentgenology.* 2013.
11. Mcenery KW. Radiology Information Systems and Electronic Medical Records. *J Am Coll Radiol.* 2013.
12. Dreyer KJ, Thrall JH, Hirschorn DS, Mehta A. PACS: A guide to the digital revolution: Second edition. *PACS: A Guide to the Digital Revolution: Second Edition.* 2006.
13. de la Calle JD, Bueno García MG. Gestión, procesado y análisis de imágenes biomédicas [Internet]. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha; 2007. (CIENCIA Y TÉCNICA). Disponible en: <https://books.google.com.cu/books?id=WHHaCAUsqtAC>
14. IHE International Inc. IHE Radiology (RAD) Technical Framework. 2015. p. 136-55.
15. HL7. Introduction to HL7 Standards. HL7Org [Internet]. 2014; Disponible en: <http://www.hl7.org/implement/standards/>
16. IHE International Inc. IHE IT Infrastructure (ITI) Technical Framework Volume 1 Integration

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Profiles. Int J Healthc Technol Manag. 2008.

17. Siegel E, Reiner B. Computers in radiology. Work flow redesign: The key to success when using PACS. American Journal of Roentgenology. 2002.

18. Siegel EL, Reiner B. Work flow redesign: The key to success when using PACS. J Digit Imaging. 2003.

19. Institute of Medicine, National Academy of Engineering. Information and Communications Systems: The Backbone of the Health Care Delivery System. En: Fanjiang G, Grossman JH, Compton WD, Reid PP, editores. Building a better delivery system: a new engineering/health care partnership. National Academies Press; 2005. p. 63-82.

20. González Gallo L, López Palenzuela F, Ruenes Correa MD. Impacto de la Plataforma Tecnológica de Salud para PDVSA. En: Convención Internacional de Salud Pública Cuba Salud 2012. La Habana; 2012.

21. Osés Sosa Y, Ruenes Correa MD, Guadarrama Mieres R. Soluciones de Informática Médica en la Nube: Retos y oportunidades del software como servicio en el sector Salud. En: IX Congreso Internacional de Informática en Salud [Internet]. La Habana; 2012. Disponible en: <http://www.informatica2013.sld.cu/index.php/informaticasalud/2013/paper/view/206/58>

22. Sommerville I. Ingeniería de software. Novena edición. 9na ed. Cruz Castillo LM, editor. Software Engineering. Pear; 2011. 792 p.

23. Pressman RS, Maxim BR. Software Engineering : A Practitioner's Approach. Eighth Edition. 8va ed. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes. McGraw-Hill Education; 2015.

24. Campistrous L, Rizo C. El criterio de expertos como método en la investigación educativa. Documento elaborado para el Doctorado Curricular. La Habana: Instituto Superior de Cultura Física "Manuel Fajardo"; 2006. p. 1-31.

25. López A, González V. La técnica de ladov. Una aplicación para el estudio de la satisfacción de los alumnos por las clases de educación física. Revista Digital Lecturas: Educación Física y Deporte. 2002.

26. Fernández de Castro Fabre A, López Padrón A. Validación mediante criterio de usuarios del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto en los proyectos de investigación del sector agropecuario. Rev Ciencias Técnicas Agropecu. 2014;23(3):77-82.

Declaración de autoría

Leodan Vega Izaguirre concibió y desarrolló la investigación. Eddy Yanier Duque García y Geidar Soler Izquierdo aportaron elementos técnicos sobre el desarrollo del sistema. Febe Ángel Ciudad Ricardo realizó la revisión crítica del artículo, con aportes a su contenido intelectual. Todos los autores revisaron la redacción del artículo y aprobaron la versión final.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

<http://scielo.sld.cu>



Este documento está bajo [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).