



## **ImagisPlanner, un acercamiento a la planificación radiológica en el oriente del país.**

Ramses Ramiro Martínez Muñoz<sup>1</sup>  
Sandra Despaigne Mengana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Biofísica Médica. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, rmmartinez86@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Biofísica Médica. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, sandra.despaigne@uo.edu.cu

**Resumen:** El acelerado avance de las tecnologías de la información (TIC) en el Sistema Nacional de Salud cubano (SNS), y el aumento de nuevas tecnologías médicas, tienen como objetivo mejorar la calidad de vida del paciente, una mayor organización a la hora de la toma de decisiones tanto diagnósticas, terapéuticas y administrativas. No obstante, la explotación de sistemas de información de imágenes médicas (i.e., PACS<sup>1</sup>) y Sistemas de Información Radiológicas (i.e., RIS<sup>2</sup>) es aún insuficiente, mayormente evidenciados en las instituciones hospitalarias de la zona oriental. La limitada disponibilidad de equipos de cómputo dificulta: 1) el intercambio, almacenamiento y análisis de grandes volúmenes de imágenes generados por modernos equipos imagenológicos y 2) la disminución de los tiempos de informe y la calidad del diagnóstico imagenológico. Además, la resistencia por parte de los especialistas a abandonar viejas costumbres de planificación obstaculiza: facilitar una mejor planificación administrativa en los departamentos de radiología. Sin embargo, la comprensión y el enfoque correcto de la estructura y el funcionamiento de estos sistemas, pueden mejorar de forma sustancial la relación hombre-sistema, así como su adopción de manera sencilla, además de fomentar una cultura sobre el uso de herramientas que racionalizarán y facilitarán el trabajo. El siguiente trabajo muestra la concepción de un sistema de planificación radiológica imagisPlanner que tiene como objetivo mejorar los procesos de administración y planificación de un departamento de radiología enmarcado en las necesidades detectadas en las instituciones hospitalarias del oriente del país.

**Palabras claves:** Sistema de información radiológica (RIS), imagisPlanner, radiología

---

<sup>1</sup> Picture Archiving and Communication System. Sistema de Comunicación y Archivado de Imágenes. Su función primordial es almacenar imágenes y facilitar la comunicación entre los sectores de hospitales y clínicas.

<sup>2</sup> RIS sistema de información radiológica (por sus siglas en inglés, *radiology information system*). Se encarga de recopilar, controlar y explorar todos los datos que se obtienen del servicio de radiodiagnóstico.

**Abstract:** The rapid progress of information technologies (ICT) in the Cuban National Health System (SNS), and the increase in new medical technologies, aim to improve the quality of life of the patient, a greater organization at the time of diagnostic, therapeutic and administrative decision making. However, the exploitation of medical imaging information systems (i.e., PACS) and Radiological Information Systems (i.e., RIS2) is still insufficient, mostly evidenced in hospital institutions in the eastern zone. The limited availability of computer equipment makes it difficult: 1) to exchange, store, and analyze large volumes of images generated by modern imaging equipment and 2) to reduce reporting times and the quality of diagnostic imaging. In addition, the resistance on the part of specialists to abandon old planning habits hinders: facilitating better administrative planning in radiology departments. However, the correct understanding and approach to the structure and functioning of these systems can substantially improve the human-system relationship, as well as its simple adoption, as well as fostering a culture of tool use that will rationalize and will make the job easier. The following work shows the conception of an imagisPlanner radiological planning system that aims to improve the administration and planning processes of a radiology department framed in the needs detected in hospital institutions in the east of the country.

Keywords: Radiology Information System (RIS), imagisPlanner, radiology

## INTRODUCCIÓN

La década de los 80 marcó el surgimiento de un nuevo tipo de tecnología vinculada a los servicios médicos, los PACS llamados por sus siglas anglosajonas Picture Archiving and Communication System, representan sistemas de hardware y software, integrados por una red digital, capaces de almacenar, intercambiar y visualizar imágenes médicas generadas por diferentes modalidades como: Tomografía Axial Computarizada (CT), Resonancia Magnética (MR), Ultrasonido (US), Medicina Nuclear (NM), Angiografía (XA), entre otras. <sup>[1]</sup>

El Sistema Nacional de Salud (SNS) cubano ha incorporado de forma sistemática modernos equipos de imágenes médicas (e.g, scanners de tomografía computarizada, resonadores magnéticos y equipos de ultrasonidos, etc) a los servicios de imagenología de todo el país. Esto ha posibilitado que cientos de miles de estudios imagenológicos hayan sido practicados a la población cubana, mejorando a su vez la cantidad y la calidad de los servicios vinculados a las imágenes médicas. Adicionalmente, ha introducido diversos sistemas tanto para la información médica general y otros especializados en la transmisión, el almacenamiento y la visualización de imágenes médicas (PACS) como Patris desarrollado por la empresa EICISOFT (ya desaparecida) a finales de los 90 <sup>[2]</sup> e imagis desarrollado por el Centro de Biofísica Médica en el año 1998. <sup>[3-4]</sup>

Estos sistemas han servido de complemento a los equipos generadores de imágenes y contribuyen a la organización, el archivo, la distribución y el acceso desde rápido y seguro desde cualquier punto de la red a las imágenes médicas. (e.g., imagis, Patris, Xavia RIS-PACS<sup>[5-6]</sup>).

No obstante, la utilización de sistema para la gestión y planificación de citas radiológicas es prácticamente nula; aun cuando el objetivo de estos sistemas es elevar el control y organización de los servicios que ofrecen las áreas de diagnóstico por imágenes. Siendo esta la herramienta por excelencia que complementa al PACS.

Limitado por su propósito original el imagis PACS, sistema para la visualización, transmisión y almacenamiento de imágenes multimodales, desarrollado y comercializado por el Centro de Biofísica Médica, actualmente en su versión 2.0<sup>[7]</sup>

El mismo 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 metadatos, como el nombre, apellidos, código de identificación del paciente, modalidad, entre otros. 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. 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:

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

- 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.
- 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.
- 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.
- Ausencia de un mecanismo para el control de las copias digitales de los informes diagnósticos, así como su clasificación y codificación.

## I. MÉTODO

Teniendo en cuenta la problemática planteada, para desarrollar la investigación se define como **objeto de estudio** el proceso para la gestión de citas radiológicas, enmarcando como **campo de acción** la automatización del proceso para la gestión de citas radiológicas en el sistema imagisPlanner.

Como modelado de negocio se utilizó las entrevistas a especialistas pertenecientes a las siguientes instituciones: Hospital Provincial Saturnino Lora, HCQ Juan Bruno Zayas, HCQ Lucía Iñiguez Landín, Hospital Provincial Vladimir Ilich Lenin y Hospital Provincial Oncológico Conrado Benítez. Esto permitió explicar, por un lado, la estructura del objeto y detectar las principales no conformidades expresadas por los especialistas.

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 planificación de citas radiológicas con las características requeridas por los clientes.

### **Deficiencias detectadas:**

El déficit tecnológico asociado a equipos de cómputo y la limitada disponibilidad e interconexión de estos sistemas dificulta:

- El intercambio, almacenamiento y análisis de grandes volúmenes de imágenes generados por modernos equipos imagenológicos
- La disminución de los tiempos de informe y la calidad del diagnóstico imagenológico.

Además, dificulta la eficiente gestión administrativa del paciente en los departamentos radiológicos asociados a:

- Registro y codificación de pacientes
- Planificación de turnos radiológicos

- Entrega de informes radiológicos
- Casos en seguimiento y otros, se realiza a través de un sistema manual de archivado, realizado de forma manuscrita.

Resultado de lo anteriormente expuesto:

- El flujo de información sea muy lento
- Corre riesgo de deterioro ante desastres naturales y ruptura de los archivos.
- Genera pérdida de la información
- Dificulta el seguimiento a pacientes.
- Pacientes que deben ser reprogramado nuevamente por pérdida de información.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, el desarrollo del sistema de planificación de citas radiológicas (ImagisPlanner), dotará al departamento de radiología de una herramienta para el control de todo el proceso radiológico concerniente a un paciente.

**ImagisPlanner deberá ser capaz de:**

- Registrar y/o identificar al paciente.
- Buscar un paciente según un criterio dado.
- Planificar citas de los pacientes del departamento de radiología.
- Verificar disponibilidad de tiempos para la planificación de citas.
- Seguimiento de los pacientes antes y durante a las citas planificadas
- Interpretación, transcripción, verificación y emisión de informes radiológicos.
- El sistema brindará una interfaz agradable e intuitiva.

**Propuesta de desarrollo de software:**

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. Se utilizó la metodología RUP. Esta metodología permite que el software que se pretende desarrollar obtenga el máximo provecho de las nuevas tecnologías, mejorando la calidad, la reutilización y el mantenimiento. Permite, además, que dicha aplicación cumpla con las necesidades del usuario, a través de la especificación de los

requisitos. RUP se divide en diferentes fases (Inicio, Elaboración, Construcción, Transición), las cuales permiten destacar los hitos principales del proyecto.

Se determinó utilizar tecnologías de SWL, misma concepción utilizada para el desarrollo del sistema imagis 2.0, con el objetivo de garantizar una transparente integración al PACS. Como Sistema Gestor de BD se utilizó el Postgresql, el lenguaje Python, el IDE PyCharm, el framework Django, la biblioteca GDCM<sup>[8]</sup> y psycopg2<sup>[9]</sup>. Se utilizó el lenguaje UML para especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos que se generaron a lo largo del ciclo de vida del software.

## II. 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 en las instituciones anteriormente mencionadas, identificando puntos claves en la manipulación de la información. La siguiente figura muestra el flujo general de trabajo y las actividades 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.

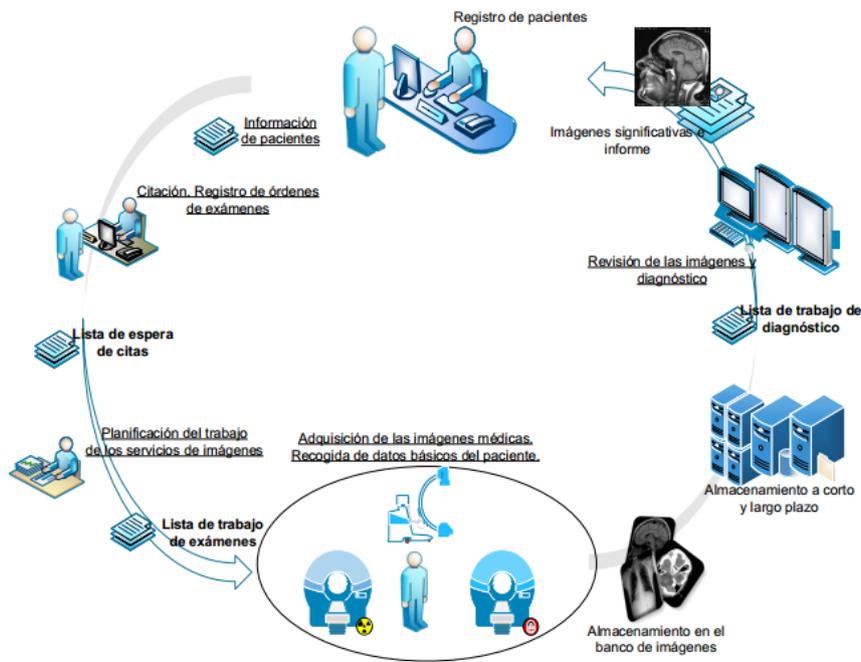


Fig. 1 Flujo de trabajo de un departamento radiológico.

Teniendo en cuenta la metodología utilizada, se identificaron los requisitos funcionales del sistema, los cuales permitieron definir el comportamiento interno del software y describir las funcionalidades específicas que debe tener el producto. Para el sistema imagisPlanner, se identificaron 37 requisitos funcionales, agrupados en 11 Casos de uso (CU). A continuación, se muestra una breve descripción de los CU más significativos.

**CU Gestionar Pacientes:** El sistema imagisPlanner debe permitir adicionar, editar, eliminar y buscar pacientes en la aplicación, los mismos se identifican por un UID, que es generado desde la GDCM. Los restantes datos demográficos del paciente son de suma importancia y su introducción correcta evitarán al máximo los errores en la asignación de exploraciones. En la siguiente imagen se visualiza este CU.

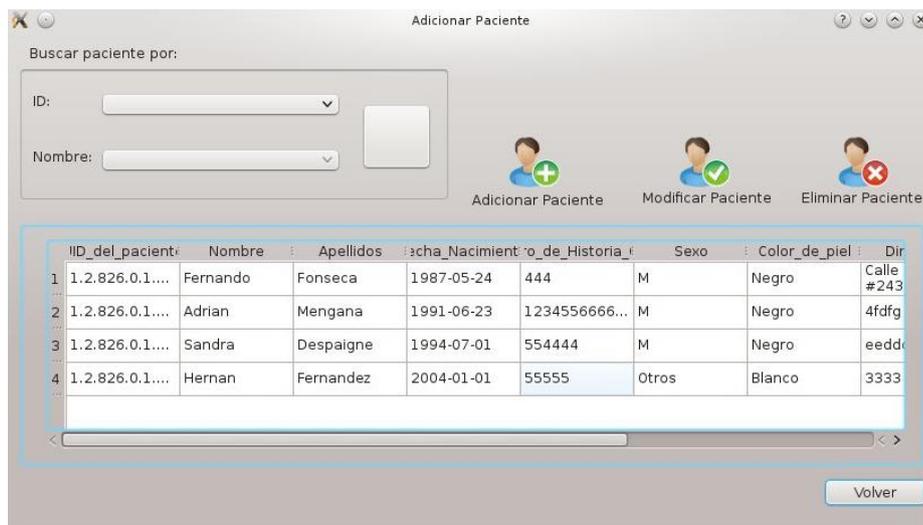


Fig. 2 Gestionar pacientes

**CU Gestionar Exámenes:** Esta funcionalidad permite gestionar los exámenes existentes. Para su adición es necesario escoger los equipos asociados al examen adicionado, de esta manera se facilita la planificación de citas en el imagisPlanner.

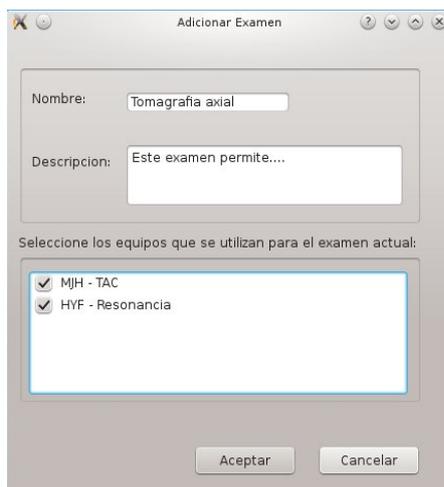


Fig. 3 Adicionar examen

**CU Gestionar Turnos:** Esta funcionalidad se implementa para facilitar la disponibilidad de citas en el sistema imagisPlanner. Los turnos son asignados a los especialistas, permitiendo especificar el tipo de

planificación (Mensual o semanal), los días de semana laborables, la duración de cada cita, etc. Esta funcionalidad es de vital importancia, ya que, para planificar citas, el especialista debe tener previamente turnos asignados en la aplicación, generando de esta manera un rango de fechas disponibles para dicha planificación.

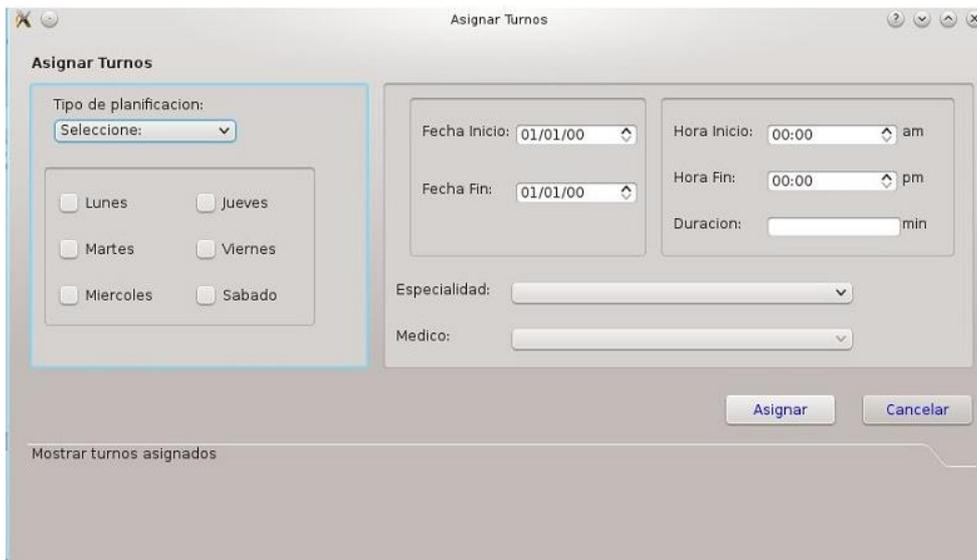


Fig. 4 Gestionar turnos

### III. CONCLUSIONES

La presente investigación da cumplimiento a los objetivos planteados inicialmente, proporcionando mayor agilidad y organización en la planificación de citas radiológicas. Las tareas asignadas fueron cumplidas en su totalidad, permitiendo obtener un producto con calidad y amplio sustento científico.

La metodología escogida permitió guiar todo el proceso de desarrollo del sistema y los artefactos modelados permitieron establecer un único flujo de trabajo, garantizándose un mejor soporte en la aplicación y una mejor organización durante el desarrollo del *software*. Las herramientas y tecnologías fueron seleccionadas teniendo en cuenta las particularidades del proyecto y a que a su vez permitieran realizar posteriores reajustes en el producto. Como resultado se obtuvo un producto capaz de controlar todo el proceso de gestión radiológica de forma automatizada.

## REFERENCIAS

- (I). Daudinot López Meisbel, Miller Clemente Rafael Alejandro. Una solución pacs cubana bajo software libre que sirve de plataforma a especializaciones médicas. RCIM [Internet]. 2016 Dic [citado 2022 Jul 13]; 8(2): 186-196. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18592016000200004&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592016000200004&lng=es).
- (II). Mesias JC, et al. "PATRIS: Sistema Intra-hospitalario de Imaginología y Telemedicina". XII Forum Nacional de Ciencia y Técnica, 1998."Reingeniería de la geometría desconocida de engranajes cónicos con dientes rectos y curvilíneos". Ingeniería Mecánica. Vol.11, No.3, pp. 13 - 20, Ciudad de La Habana, 2008.
- (III). Blanco H. Generalización del Sistema PACS, imagis®. Memorias del VII Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería. Habana 2007.
- (IV). Ronda D, Ferrer O. "imagis: Sistema para la Transmisión de Imágenes Médicas Multimodales". Memorias del II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, Habana, 2001.
- (V). Vega Izaguirre Leodan, Ciudad Ricardo Febe Ángel, Duque García Eddy Yanier, Soler Izquierdo Geidar. Sistema de Información Radiológica XAVIA RIS. RCIM [Internet]. 2020 Dic [citado 2022 Jul 13]; 12(2): e352. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18592020000200006&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592020000200006&lng=es). Epub 01-Dic-2020.
- (VI). PACS-RIS 3.0 | Universidad de las Ciencias Informáticas [Internet]. [citado 7 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.uci.cu/investigacion-y-desarrollo/productos/xavia/pacs-ris-30>
- (VII). Núñez Kindelán Rolando. (2014). *imagis 2.0 Sistema para la búsqueda, almacenamiento, visualización y transmisión de imágenes médicas. Manual de Usuario. Cuba: Centro Biofísica Médica.*
- (VIII). Wikipedia contributors. GDCM [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. 2018. Disponible en: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=GDCM&oldid=875134572>
- (IX). Psycopg2 [Internet]. PyPI. [citado el 13 de julio de 2022]. Disponible en: <https://pypi.org/project/psycopg2/>