



Cuba Salud

IV Convención
Internacional de Salud
17-21 de octubre, 2022

Red Oriental de Imágenes Médicas, Hacia el Intercambio Nacional de Imágenes Médicas

Henry Blanco Lores¹
Ramsés Martínez Muñoz
Sandra Despaigne Mengana
Sonia S. Polanco Martínez
Adrián A. Mesa Pujals
Rubén Rodríguez Rubio
Asday Savón Berenguer

¹ Centro de Biofísica Médica, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, henry.blanco@uo.edu.cu

RESUMEN

La utilización de sistemas de información de imágenes médicas en el sistema nacional de salud cubano es aún insuficiente y afecta fundamentalmente a los hospitales de la región oriental del país. La limitada disponibilidad e interconexión de estos sistemas dificulta el intercambio y gestión de grandes volúmenes de imágenes médicas, atentando además contra la reducción de los tiempos de informe imagenológicos.

Este trabajo presenta la creación de una red de imágenes médicas en la región oriental del país, soportada por el sistema PACS imagis, desarrollado por el Centro de Biofísica Médica. El objetivo fundamental de este esfuerzo ha sido mejorar los servicios de salud vinculados a las imágenes médicas en términos de intercambio, almacenamiento y visualización de imágenes médicas.

En particular, han sido beneficiadas 21 instituciones hospitalarias y más de 21 servicios médicos de tipo radiológico, neurológico, entre otros. En términos de equipamiento de cómputo, se han instalado más de 120 estaciones de visualización, 21 servidores PACS e igual cantidad de pasarelas de red. Al menos 25 equipos imagenológicos fueron incorporados a la red y más de 415 especialistas fueron entrenados en el manejo del sistema PACS, imagis.

Las acciones de adquisición de equipamiento de cómputo y de red, percibidas en este proyecto, sumadas al despliegue y entrenamiento realizados, representan más de 885 mil dólares por concepto de sustitución de importaciones. De aquí el significativo impacto que la Red Oriental de Imágenes Médicas ha tenido sobre los servicios de salud imagenológicos del Oriente de Cuba.

Palabras clave: red imagenológica, transmisión de imágenes, PACS.

I. INTRODUCCIÓN

Alcanzar la excelencia en la práctica imagenológica es uno de los retos fundamentales que afronta el mundo y en particular nuestro sistema nacional de salud (SNS) [7,9]. Los servicios de imagenología nacionales han sido beneficiados durante los últimos 15 años con modernos equipos imagenológicos, e.g., resonadores magnéticos, tomógrafos computarizados, entre otros. Adicionalmente, el SNS ha introducido diversos sistemas de información en los servicios médicos nacionales y en especial sistemas “hechos en casa” especializados en la transmisión, el almacenamiento y la visualización de imágenes médicas (PACS por sus siglas en Inglés) como Patris [5], imagis [4], Xavia [6], entre otros. Estos sistemas han servido de complemento a los equipos imagenológicos y contribuyen a la organización, el archivo, la distribución y el acceso rápido y seguro a las imágenes médicas e informes radiológicos. Esto ha permitido que cientos de miles de estudios imagenológicos hayan sido practicados a la población cubana, mejorando la cantidad y calidad de los servicios de diagnóstico vinculados a las imágenes médicas.

No obstante, la introducción de tecnologías o sistemas de información de imágenes médicas en el SNS es aún insuficiente. Los sistemas PACS presentes en múltiples hospitales del país operan de forma aislada y no son capaces de trabajar coordinadamente para manejar grandes volúmenes de información, además de las carencias tecnológicas en términos de equipos de cómputo y de red aún presentes en los hospitales del país. Este escenario es particularmente notable en la región oriental del país donde la obsolescencia y las limitaciones tecnológicas en los hospitales son aún mayores con respecto a occidente y particularmente respecto a la capital [5]. Además, la limitada disponibilidad e interconexión de los sistemas PACS en la región, dificulta el intercambio, el almacenamiento y el análisis de grandes volúmenes de imágenes. Específicamente, imágenes generadas por modernos equipos imagenológicos presentes en las principales instituciones de salud de Holguín, Granma y Santiago de Cuba. Esto a su vez, atenta contra la disminución de los tiempos de informe y la calidad de la práctica imagenológica [12].

Para afrontar este problema, el Centro de Biofísica Médica (CBM) presentó un proyecto al programa de colaboración académica VLIR-UOS y a la ONG de origen belga, “Close the Gap”. Este proyecto fue aprobado y permitió adquirir un donativo [3,2] compuesto por más de cien computadoras personales, servidores profesionales, dispositivos de comunicación de red (switches), dispositivos de cómputo móviles (tabletas basadas en Android) e impresoras. Todo esto para mitigar el problema del déficit tecnológico existente en los hospitales y establecer una red imagenológica entre los hospitales más importantes del oriente cubano. Esta red estaría soportada por el sistema de información de imágenes médicas (PACS), imagis [10], desarrollado por el CBM. De aquí que el objetivo fundamental de este proyecto haya sido mejorar, a través de una red imagenológica, los servicios de salud vinculados a las imágenes médicas. Sobre todo, fomentar y consolidar el intercambio, almacenamiento y visualización de imágenes médicas multimodales, en los hospitales más importantes de la región oriental. Finalmente, este trabajo presenta los avances alcanzados respecto a la instauración de una red de imágenes médicas en la región oriental de Cuba, así como el impacto alcanzado en los servicios médicos asociados a las imágenes médicas.

II. MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo fundamental fueron realizadas las siguientes acciones: 1) implementación de un sistema de visualización de imágenes médicas propio, ajustable a las necesidades de información imagenológica de cada institución hospitalaria; 2) adquisición del equipamiento de hardware necesario para la creación de una red de imágenes médicas en varios hospitales; 3) conformación de una solución PACS; y 4) diseño y ejecución del plan de despliegue de la red imagenológica.

A. *Solución PACS*

Para la instauración de una red imagenológica en los hospitales de la región oriental de Cuba fueron utilizados dos sistemas PACS: 1) “*imagis 2.0*” y 2) “*dcm4chee*” [13]. El primero es un sistema de visualización multi-modalidad de imágenes médicas, desarrollado por CBM y certificado por el CECMED. En particular, *imagis 2.0* es utilizado para la conformación de estaciones de visualización de imágenes médicas. Por su parte, *dcm4chee* es un sistema de gestión de imágenes médicas que incluye un servidor de archivo conforme al estándar DICOM. Este sistema fue configurado para recibir imágenes de diversas modalidades existentes en los hospitales (e.g., tomógrafos de CT, MR, etc.) y recibir solicitudes de búsqueda y recuperación de imágenes desde estaciones de visualización. Cada uno de los equipos imagenológicos fue configurado, de conjunto con especialistas de Electromedicina, para enviar imágenes hacia el servidor de archivo. Las estaciones de visualización fueron desplegadas en varios servicios médicos según las necesidades de visualización del hospital, previo estudio de factibilidad técnica. Cada estación fue configurada para acceder al servidor *dcm4chee* y realizar operaciones de búsqueda y descarga de estudios radiológicos.

B. *Adquisición de Hardware*

Por mediación del proyecto de colaboración académica VLIR-UOS y la contribución de la ONG de origen Belga “Close The Gap”, fue posible adquirir un donativo de no menos de 150 computadoras de escritorio, 25 servidores profesionales, 15 impresoras y equipos de comunicación (25 switches y cables de red). Este equipamiento resulta imprescindible para lograr el objetivo de instaurar una red de este tipo en los hospitales del oriente cubano. Aunque la cantidad promedio de computadoras es de 6, la distribución de estas se realizó de acuerdo a las necesidades y carga imagenológica (i.e., cantidad de modalidades disponibles, número de estudios realizados diariamente, etc.) de los hospitales.

C. *Estrategia de Despliegue*

El despliegue de la red fue realizado por personal técnico de CBM, entrenado en el manejo y configuración de sistemas PACS. Específicamente 3 equipos de 3 personas, especializados en software y hardware, abarcaron el despliegue de esta red. En particular, fueron considerados 3 criterios para el inicio del despliegue: 1) disponibilidad de condiciones tecnológicas en el hospital (e.g., red de computadoras); 2) demanda de informatización imagenológica i.e., hospitales con varias modalidades imagenológicas en funcionamiento; 3) proximidad a los equipos de soporte y mantenimiento. En cada servicio médico, donde fue instalada al menos una estación de visualización, se entrenó de forma personalizada al personal médico involucrado, e.g., radiólogos, neurólogos, oncólogos, entre otros.

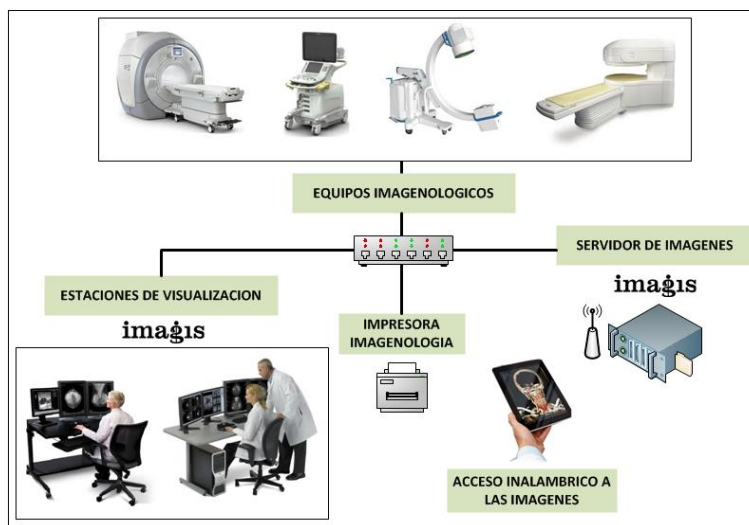


Figura 1: Solución PACS básica, basada en el sistema imagis, desplegada en las instituciones de salud.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esencia la solución PACS desplegada en cada hospital está compuesta en promedio por: 1 servidor, 3 estaciones, 1 impresora y 1 tableta. El servidor, basado en el sistema open source DCM4CHEE, satisface con creces las especificaciones del estándar DICOM. Por su lado, las estaciones de visualización de imágenes médicas, están soportadas por el sistema PACS, imagis. Mientras que las impresoras son destinadas para la impresión y entrega de informes imagenológicos, también generados por el sistema imagis. La tableta está equipada con el sistema “imagis-móvil” [8], desarrollado por CBM para la visualización de imágenes médicas en una red wifi (figura 1). La cantidad de equipos imagenológicos configurados para ser incorporados a la red varía entre hospitales. Hasta mediados de 2022 la red imagenológica ha sido desplegada en 18 hospitales de la región oriental distribuidos entre las provincias de Tunas, Holguín, Granma, Guantánamo y Santiago de Cuba, además de 3 hospitales de la capital. La figura 2 ilustra el plan general de despliegue para 20 hospitales de la región oriental y 5 de la capital. Adicionalmente aparecen en negritas los hospitales que aún quedan por ser abordados.

Los hospitales que conforman la red hasta la fecha están detallados en la tabla I. La solución PACS instaurada en cada hospital aparece codificada como: xE/yS/wP/zIm; donde xE representa la cantidad “x” de estaciones con el sistema de visualización imagis integradas al PACS; yS representa la cantidad “y” de servidores PACS (open source DCM4CHEE) instalados y configurados. Por su parte, wP indica la cantidad “w” de pasarelas (switches) incorporados a la red. Por último, zIm muestra la cantidad “z” de impresoras instaladas e integradas con el sistema imagis para la impresión de reportes radiológicos. La columna “Personal Entrenado” de la tabla 1 indica la cantidad de personal médico (e.g., radiólogos, neurólogos, etc.) y de soporte técnico (e.g., administradores de red) entrenados para garantizar la operación de la solución PACS en el hospital. Mientras que la columna “Ingresos” muestra los ingresos en CUP percibidos por CBM por concepto de acciones de despliegue y entrenamiento. El equivalente

en USD para el Estado cubano, por concepto de sustitución de importaciones, fue estimado con las tasas de cambio vigentes del Banco Nacional de Cuba (e.g., 1 CUP = 1.0101 USD).

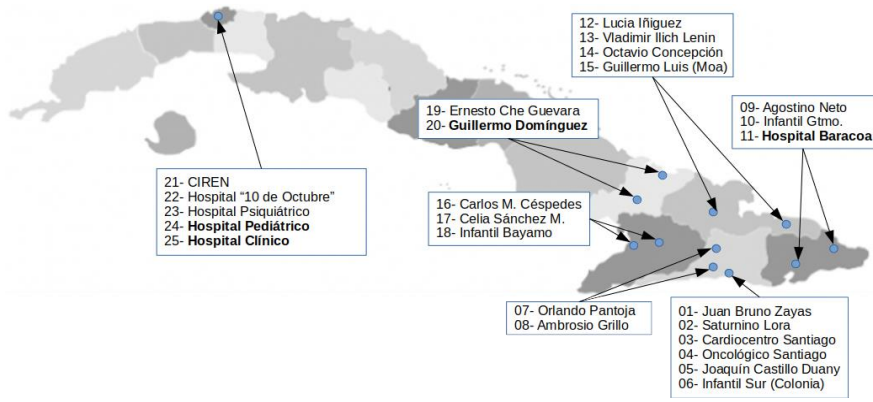


Figura 2: Plan de despliegue de la Red Oriental de Imágenes Médicas cumplido en un 84%. Solo restan cuatro instituciones de salud (en negritas) por ser incorporadas a la red.

D. Red Imagenológica en Las Tunas

El hospital general clínico-quirúrgico de las Tunas ha sido el primero en ser beneficiado por su incorporación a la red de imágenes médicas. El equipo multi-corte de CT fue integrado a nuestra solución PACS, compuesta por 6 estaciones de visualización de imágenes, un servidor de imágenes médicas (compatible con DICOM) y una impresora para la entrega de reportes imagenológicos. Fueron entrenados un total de 15 especialistas distribuidos en los servicios de radiología, neumología, medicina interna y oncología. Próximamente, la red debe ser expandida al hospital general docente “Guillermo Pantoja”, del municipio Puerto Padre. En general, el país ha ahorrado en esta institución más de 35 mil USD por concepto de instalación y configuración del sistema imagis, así como por el entrenamiento en el manejo de este sistema.

E. Red Imagenológica en Holguín

En la provincia de Holguín fueron beneficiados los tres hospitales más importantes de la ciudad cabecera: 1) el hospital general clínico-quirúrgico “Lucía Iñiguez Landín”; 2) el hospital general docente “Vladimir Ilich Lenin” y 3) el hospital pediátrico “Octavio de la Concepción y la Pedraja”. En total fueron incorporados al PACS, 6 equipos imagenológicos: 2 tomógrafos axiales computarizados mono-corte, 1 tomógrafo axial computarizado multicorte, 2 resonancias magnéticas y 1 equipo de rayos X digital. La distribución exacta de los equipos configurados es mostrada en la tabla 1. En general, fueron instaladas 24 estaciones de visualización soportadas por el sistema PACS, "imagis", 4 servidores imagenológicos, 2 impresoras y 4 pasarelas de comunicación de 48 puertos. Los detalles del equipamiento desplegado pueden ser observados en la tabla 1. Este despliegue ha impactado de forma directa a los servicios de radiología, neurología, neurocirugía, unidad de cuidados intensivos, discusión de casos, neonatología, medicina interna y ortopedia. En total fueron entrenados 79 especialistas correspondientes

a los servicios mencionados. En términos económicos, el ahorro percibido por el país por concepto de sustitución de importaciones asciende a no menos de 163 mil USD.

Tabla 1 Distribución del equipamiento por institución médica e ingresos percibidos por concepto de despliegue.

Provincia	Hospital	Especialidad	Equipamiento	Personal Entrenado	Ingresos (CUP)
Las Tunas	Ernesto Guevara	General - Docente	6E/1S/1P/1Im	15	35,1 mil
	Lucía Íñiguez Landín	Clínico Quirúrgico	8E/1S/1P/1Im	19	51,3 mil
Holguín	Vladimir Ilich Lenin	General - Docente	8E/1S/1P/1Im	24	44,4 mil
	Octavio de la Concepción y la P.	Pediátrico	4E/1S/1P/1Im	26	30,5 mil
	Guillermo Luis Fernández B.	General - Docente	4E/1S/1P	10	35,2 mil
Granma	Carlos Manuel de Céspedes	General - Provincial	6E/1S/1P/1Im	15	64,5 mil
	Luis Ángel Milanés Tamayo	Pediátrico	3E/1S/1P	8	31,9 mil
	Celia Sánchez Manduley	Clínico Quirúrgico	6E/1S/1P/1Im	15	45,5 mil
Guantánamo	Agostino Neto	General - Docente	6E/1S/1P/1Im	18	81,5 mil
	Pedro Agustín Pérez	Pediátrico	4E/1S/1P	9	36,5 mil
Santiago de Cuba	Juan Bruno Zayas	General - Docente	17E/1S/1P/1Im	66	30,4 mil
	Saturnino Lora	General - Provincial	14E/1S/1P/1Im	83	71,1 mil
	Conrado Benítez	Oncológico	4E/1S/1P/1Im	26	31,0 mil
	Antonio María Béguez Cesar	Pediátrico	4E/1S/1P/1Im	10	36,5 mil
	Joaquín Castillo Duany	Militar	3E/1S/1P	10	27,4 mil
	Ambrosio Grillo	Clínico Quirúrgico	3E/1S/1P	12	30,7 mil
	Orlando Pantoja Tamayo	General - Docente	4E/1S/1P/1Im	10	35,2 mil
La Habana	CIREN	Investigación	6E/1S/1P	33	53,2 mil
	10 de Octubre	Clínico Quirúrgico	8E/1S/1P	26	70,5 mil
	Eduardo Bernabe Ordaz Ducungé	Psiquiátrico	5E/1S/1P	16	34,2 mil

F. Red Imagenológica en Granma

Similarmente a la provincia de Holguín, 3 hospitales fueron incorporados a la red imagenológica. En particular fueron beneficiados los 2 hospitales generales más importantes de la provincia y el hospital pediátrico de la ciudad de Bayamo. En el caso de los hospitales Celia Sánchez Manduley de Manzanillo y Carlos Manuel de Céspedes en Bayamo, fue incorporados dos tomógrafos axiales computarizados mono-corte y dos equipos de rayos-X digitales a la red. Cada una de estas instituciones fue beneficiada con 6 nuevas estaciones de visualización de imágenes médicas y un servidor PACS. En total 38 especialistas de las áreas de radiología y neurología fueron entrenados en el manejo del sistema imagis. Aunque en menor escala, el hospital pediátrico Luis A. Milanés también fue incorporado a la red imagenológica, como se ilustra en la tabla 1. Nuestros servicios de despliegue en estas instituciones significaron un ahorro al país de 143 mil USD.

G. *Red Imagenológica en Guantánamo*

En el caso de la provincia Guantánamo, 2 importantes hospitales de la ciudad cabecera fueron incorporados a la red de imágenes médicas. Se trata del hospital General Docente “Agostino Neto” y del hospital pediátrico “Pedro Agustín Pérez”. En estos hospitales fueron incorporados a la red de imágenes médicas, 3 equipos imagenológicos: 1 equipo de ultrasonido, 1 tomógrafo axial computarizado mono-corte y 1 equipo de rayos-X digital. En términos de equipamiento de cómputo y de soluciones informáticas fueron instaladas 10 estaciones de visualización "imags", 2 servidores imagenológicos, 1 impresora para el informe imagenológico y 2 switches de comunicación. Entre los servicios médicos directamente beneficiados destacan: radiología, neurología, neurocirugía, cirugía, unidad de cuidados intensivos, neumología y pediatría. Un total de 27 especialistas correspondientes a los servicios mencionados fueron entrenados. Los servicios de despliegue, configuración de nuestra solución PACS, así como el entrenamiento brindado a los hospitales, representan importantes ahorros al país superiores a los 119 mil USD (ver detalles en tabla 1).

H. *Red Imagenológica en Santiago de Cuba*

La red imagenológica creada en la provincia Santiago de Cuba ha beneficiado a 6 importantes instituciones de salud. En particular, fueron beneficiados los hospitales “Juan Bruno Zayas”, “Saturnino Lora” (incluido su Cardiocentro), oncológico “Conrado Benítez”, el pediátrico “Antonio M. Béguez César” y el hospital general docente “Orlando Pantoja” del municipio Contramaestre. Los equipos imagenológicos incorporados a la red suman 8 en total: 2 tomógrafos axiales computarizados mono-corte, 1 tomógrafo axial computarizado multicorte, 1 resonador magnético, 2 equipos de rayos-X digital, 1 ultrasonido con salida de información digital y 1 angiógrafo. Respecto a la solución de software y hardware desplegada, fueron instaladas 39 estaciones de visualización "imags", 6 servidores imagenológicos, 6 impresoras para los informes y 6 switches de comunicación. Adicionalmente se puso a punto una estación de visualización de imágenes médicas móvil, basada en una tableta Samsung con sistema operativo Android y el sistema PACS, imags móvil, como se muestra en la figura 2. Entre los servicios médicos directamente beneficiados destacan: radiología, neurología, neurocirugía, cirugía, unidad de cuidados intensivos, neumología, hematología, urología, neuro-oftalmología, anatomía patológica, ortopedia, cardiología y neuro-fisiología. Más de 200 facultativos, correspondientes a las especialidades mencionadas fueron entrenados, incluyendo a residentes de varias especialidades médicas. Los servicios proporcionados a los hospitales incorporados a la red en términos de despliegue, configuración y entrenamiento, representaron ahorros al país por un monto de casi 264 mil USD.

I. *Red Imagenológica en La Habana*

En la capital han sido incorporados 3 hospitales a la red de imágenes médicas: el Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN), el hospital clínico quirúrgico “10 de Octubre” y el hospital psiquiátrico de La Habana. Un total de 19 estaciones de visualización, 3 servidores PACS y 3 switches fueron empleados para conformar las soluciones PACS. El personal entrenado alcanzó a 75 facultativos. De acuerdo a las nuevas tarifas, los ahorros percibidos por concepto de sustitución de importaciones ascienden a 160 mil USD. En la próxima etapa del proyecto los hospitales de la región oriental serán conectados a los de la capital y de esta forma promover la telemedicina y el trabajo multidisciplinario.

IV. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos concluir que la red de imágenes médicas desplegada ha impactado de forma significativa en el desarrollo de 21 servicios de salud vinculados a las imágenes médicas. Estos servicios (e.g., radiología, neurología, neurocirugía, entre otros) están distribuidos entre 21 importantes hospitales de la región oriental, específicamente de las provincias de Holguín, Granma, Guantánamo, Las Tunas, Santiago de Cuba y La Habana. Gracias a la solución desplegada es posible realizar un mayor y mejor intercambio de imágenes médicas de forma intra e interhospitalaria. A su vez esta red promueve: el trabajo multidisciplinario a distancia, la telemedicina y la creación de repositorios de imágenes médicas para la práctica clínica, la investigación y la docencia. Adicionalmente, la creación de esta red ha contribuido de forma importante al ahorro de divisas por concepto de sustitución de importaciones de sistemas PACS y de entrenamiento especializado en este tipo de tecnología. En particular, los ahorros alcanzados han llegado a totalizar más de 885 mil USD. Pero lo más importante es lograr avanzar en la independencia tecnológica en un ámbito tan importante como es la salud cubana.

REFERENCIAS

1. Blanco Henry. Implementan red oriental de imágenes médicas en Cuba. Ed. by Cubadebate. Feb. 7, 2017. url: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2017/02/07/implementan-red-oriental-de-imagenes-medicas-encuba/#.XamRnPwS1uQ>
2. Riquenes Cutiño Odalis. Instalan red oriental de imágenes médicas. Ed. By Juventud Rebelde. Mar. 26, 2018. url: <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2018-03-26/instalan-red-oriental-de-imagenes-medicas>.
3. Riquenes Cutiño Odalis. La magia del Imagis. Ed. by Juventud Rebelde. Suplementos en Red. Dec. 8, 2018. url: <http://www.juventudrebelde.cu/suplementos/en-red/2018-12-08/la-magia-del-imagis>.
4. Daudinot López, Meisbel, & Miller Clemente, Rafael Alejandro. (2016). Una solución pacs cubana bajo software libre que sirve de plataforma a especializaciones médicas. Revista Cubana de Informática Médica, 8(2), 186-196. Recuperado en 03 de septiembre de 2018, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-8592016000200004&lng=es&tlng=es.
5. <https://www.vlir.uo.edu.cu/es/Llega%20a%20Santiago%20de%20Cuba%20equipamiento%20para%20Red%20Oriental%20de%20Im%C3%A1genes%20M%C3%A9dicas>
6. Rodríguez Díaz Alfredo, García González Geidy, and Barthelemy Aguiar Karel. "Informatización en el Sistema Nacional de Salud. Enfoques hacia la dirección en salud". In: Revista de Información científica para la Dirección en Salud. INFODIR 0.16 (2013). issn: 1996-3521. url: <http://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/8>.
7. Guzmán Díaz Carlos and Vega Aguilar Denys Bárbaro. "Sistema para el almacenamiento y transmisión de imágenes médicas, versión 3.0". es. In: Revista Cubana de Informática Médica 6 (June 2014), pp. 17–23. issn: 1684 1859. url: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168418592014000100003&nrm=iso
8. Ronda Dismer, Ferrer Oreste. "imagis: Sistema para la Transmisión de Imágenes Médicas Multimodales". Memorias del II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, Habana, 2001.
9. Blanco Henry. Generalización del Sistema PACS, imagis®. Memorias del VII Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería. Habana 2007.
10. 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.