

Componente de software para el proceso de solicitudes de evaluación de estudios neurofisiológicos para el Sistema XAVIA HIS

Software component for the process of requests for evaluation of neurophysiological studies in the XAVIA HIS System

Arturo Orellana García^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-3652-969X>

Leodan Vega Izaguirre¹ <https://orcid.org/0000-0002-7052-9319>

Lysbet María Laguardia Sánchez¹ <https://orcid.org/0000-0002-4418-7458>

Ariannys Garrido Saroza¹ <https://orcid.org/0000-0002-7392-6248>

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

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: aorellana@uci.cu

RESUMEN

Introducción: la especialidad de neurofisiología se ocupa del estudio, la evaluación del sistema nervioso (central y periférico), su modificación funcional, de los órganos sensoriales y musculares, tanto en condiciones normales como patológicas. La normalización de la información sobre esta especialidad es compleja, porque cada institución hospitalaria cubana tiene sus propias fuentes de gestión. Esta situación dificulta la homogeneización de los datos, la recopilación de información estadística y su inclusión en el registro médico digital único del paciente cubano.

Objetivo: presentar un componente de software que informatiza las solicitudes de estudios neurofisiológicos para las instituciones de salud cubanas, que utilizan el Sistema de Información Hospitalaria XAVIA HIS.

Método: se entrevistaron a especialistas del Centro Cubano de Neurociencias CNEURO, para definir el proceso de gestión de las solicitudes de estudios neurofisiológicos. Se aplicó la entrevista semiestructurada, que permitió la adaptación a los entrevistados para aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir los formalismos. Para el desarrollo se utilizaron herramientas de software libre

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

(JBoss Developer Studio como entorno integrado de desarrollo, Java como lenguaje de programación orientado a objetos, JBoss como servidor de aplicaciones y PostgreSQL v9.4 como sistema de gestión de bases de datos), que garantizan las políticas de desarrollo de software y soberanía tecnológica de Cuba.

Resultados: las solicitudes de estudios neurofisiológicos en el sistema XAVIA HIS, se informatizaron a partir de un componente de software, basado en el estándar HL7-CDA para documentos clínicos.

Conclusiones: los especialistas en neurofisiología disponen de funcionalidades para la estandarización, almacenamiento y gestión de la información de la especialidad, lo cual conduce al enriquecimiento de la historia clínica digital del sistema XAVIA HIS.

Palabras clave: atención médica; sistemas de registros médicos computarizados; registros electrónicos de salud; estrategias de eSalud; neurofisiología.

ABSTRACT

Introduction: The Neurophysiology specialty deals with the nervous system (central and peripheral) study and assessment and its functional modification and the sense and muscular organs, both in normal and pathological conditions. Information standardization on this specialty is complex because each Cuban hospital institution has its own management sources. This situation makes it difficult to homogenize the data, gather statistical information and include it in the Cuban patient unique digital medical record.

Objective: Describe a software component that computerizes neurophysiological studies requests for Cuban health institutions that use the XAVIA HIS Hospital Information System.

Method: Specialists from the Cuban Neuroscience Center CNEURO were interviewed to define the neurophysiological studies requests management process. The semi-structured interview was applied, which allowed the adaptation to the interviewees in order to clarify terms, identify ambiguities and reduce formalisms. Free software tools were used for development (JBoss Developer Studio as an integrated development environment, Java as an object-oriented programming language, JBoss as an application server and PostgreSQL v9.4 as a database management system) that guarantee the Cuban software development and technological sovereignty policies.

Results: Neurophysiological studies requests in the XAVIA HIS system were computerized using a software component, based on the HL7-CDA standard for clinical documents.

Conclusions: Neurophysiology specialists have functionalities for the specialty information standardization, storage, and management, which leads to the XAVIA HIS system digital medical record enrichment.

Keywords: medical care; medical records systems, computerized; electronic health records; eHealth strategies; neurophysiology.

Recibido: 06/03/2020

Aprobado: 23/07/2020

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han desarrollado múltiples sistemas informáticos empleados, para modernizar los diferentes sectores de la sociedad. Los centros sanitarios necesitan un mejor desarrollo, debido a que se enfrentan continuamente a cambios, como la estructura demográfica o el aumento de enfermedades crónicas, lo cual provoca un aumento en la asistencia de pacientes y un gasto económico considerable en insumos y medicamentos. Además, existe dificultad para disponer de profesionales cualificados y gestionar los recursos de modo eficiente.⁽¹⁾

En este contexto, Cuba informatiza la sociedad y se ha desarrollado un sistema de información hospitalaria (HIS, por sus siglas en inglés) denominado XAVIA HIS, perteneciente al Centro de Informática Médica (CESIM) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). CESIM desarrolla investigaciones, aplicaciones y sistemas informáticos.^(2,3)

El sistema XAVIA HIS tiene como objetivo, la informatización de los procesos hospitalarios y la gestión clínico administrativa de las instituciones hospitalarias. Permite reducir los gastos en insumos y materiales, mejora la calidad del servicio de atención al paciente y la creación de la historia clínica digital única, centrada en la persona. Este sistema está compuesto por diferentes módulos, que interconectan las áreas de una institución hospitalaria, como admisión, emergencias, epidemiología, banco de sangre, farmacia, consulta externa, medios diagnósticos, y otros. Además, gestiona la información de disímiles

especialidades como neurología, ginecología, psicología y psiquiatría. Sin embargo, existen otras que no tienen implementadas sus funcionalidades, como neurofisiología.

En neurofisiología, se hace referencia al estudio de las funciones del sistema nervioso. Ofrece información precisa y detallada que facilita diagnósticos complejos de gran variedad de alteraciones.⁽⁴⁾ Sirve de apoyo además, a otras especialidades, tanto clínicas como quirúrgicas: neurología, psiquiatría, medicina interna, oncología, entre otras. Emplea técnicas como la electroencefalografía, electromiografía, polisomnografía y magnetoencefalografía.⁽⁵⁾

El proceso de atención al paciente, especialmente la gestión de la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos, al realizarse de forma manual, puede traer consigo, consecuencias negativas en la toma de decisiones. La falta de estandarización en los procedimientos médicos, ocasiona descripciones del diagnóstico inadecuadas, ilegibilidad de lo escrito, o falta información esencial en la historia clínica, para que el especialista pueda realizar o evaluar el estudio indicado. Como consecuencia, los especialistas, al no tener información suficiente, no cuentan con la base que garantice la emisión de un diagnóstico o el seguimiento del paciente. Además, la acumulación de documentación física induce lentitud en el proceso. El solicitante envía físicamente la indicación del estudio y luego se devuelve de igual forma, lo cual puede influir en el tiempo de los resultados y en el tratamiento inmediato al paciente.^(6,7)

A partir de descrito, se planteó como objetivo de la investigación, presentar un componente de software que informatice el proceso de evaluación de estudios neurofisiológicos, en la especialidad de neurofisiología, en el sistema de información hospitalaria XAVIA HIS.

MÉTODOS

Se realizó una investigación en sistemas de información hospitalaria en la especialidad neurofisiología, en el periodo comprendido a los años 2017 al 2019.

Proceso de gestión de información en la especialidad de neurofisiología: se llevar a cabo en el módulo Medios diagnósticos del sistema XAVIA HIS. Se involucran el especialista, la estación de registro (ER), la estación de evaluación (EE) y el paciente. A continuación, se explica cómo se atiende al paciente en la especialidad de neurofisiología.

Proceso de atención: el paciente acude a la consulta de neurocirugía, neurología u otra. A partir de la consulta se derivan indicaciones. El especialista, mediante una solicitud manual, le indica al paciente el o los estudios neurofisiológicos. El paciente acude a la ER con la solicitud; una vez realizado el estudio, se efectúa una nueva solicitud para el servicio de evaluación de los resultados. Los tipos de estudio registrados son:

- Estudio de conducción nerviosa (ECN).
- Potencial evocado auditivo de tallo cerebral (audiológico - neurológico).
- Potencial evocado visual (PEV).
- Potencial evocado somato sensorial (miembros inferiores - superiores).
- EEG y estudio de sueño.

La tabla 1 muestra los datos comunes, requeridos para la solicitud de evaluación de cada estudio.

Tabla 1 - Datos comunes para solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos

Nombre o código del centro solicitante	Medicación previa
Código del paciente	Datos clínicos del paciente
Edad	Impresión diagnóstica
Fecha de realización	Observaciones

En caso de ser una solicitud de evaluación del estudio potencial evocado somato sensorial (PESS) de miembros inferiores, se le añade: estatura y distancia tomada desde el sitio de estimulación hasta la espina ilíaca anterosuperior.

Si es una solicitud de evaluación del estudio potencial evocado somato sensorial (PESS) de miembros superiores, se recoge: estatura, distancia tomada desde el sitio de estimulación hasta la espina ilíaca anterosuperior y distancia tomada desde el sitio de estimulación hasta el punto de Erb.

Si es una solicitud de evaluación del EEG y estudio de sueño, se selecciona; condiciones en que se realizó el estudio: vigilia, sueño, sedación.

Una vez realizada la solicitud de evaluación de los estudios, pasa a la EE, donde se redacta el informe final del estudio neurofisiológico. Este será recibido por la ER para su posterior revisión. La figura 1 representa el flujo completo del proceso.

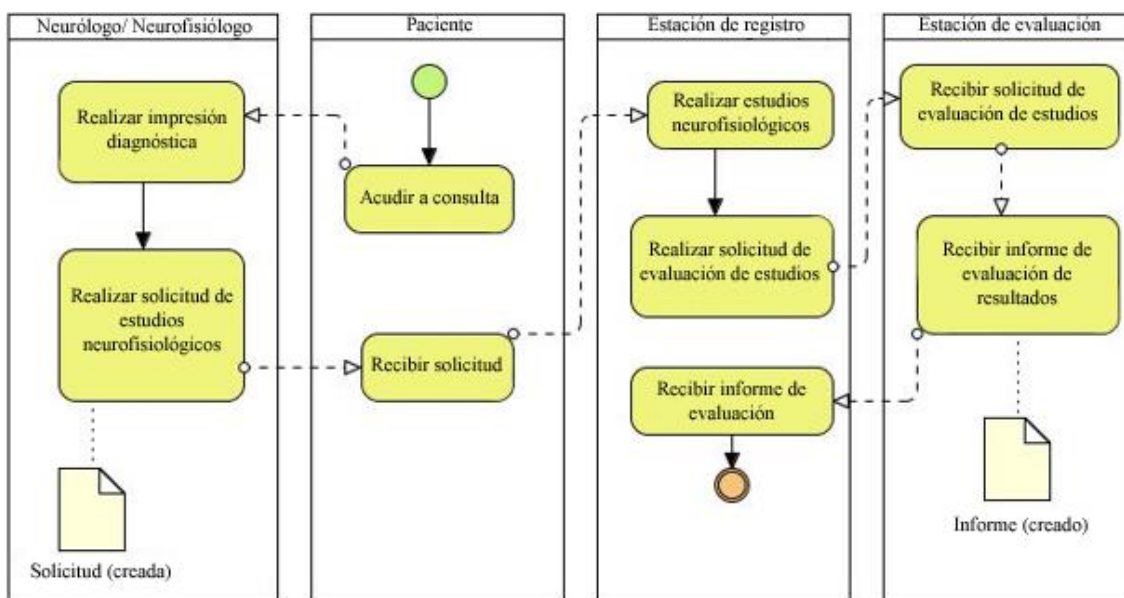


Fig. 1 - Diagrama del proceso atención al paciente en neurofisiología.

Para el desarrollo del software, se utilizó como metodología de desarrollo AUP en su variante UCI, JBoss Developer Studio como entorno de desarrollo integrado, Java v1.6 como lenguaje de programación orientado a objeto, JBoss v4.2.2 como servidor de aplicaciones, PostgreSQL v9.4 como sistema gestor de bases de datos, pgAdmin III v1.10.5 como herramienta para la administración de bases de datos y Visual Paradigm v8.4 como herramienta CASE, el cual soporta UML v2.1 como lenguaje unificado de modelado y BPMN v.2.3 como notación para modelar los procesos del negocio. Estas tecnologías propician la obtención de software cubano sin dependencias y cumplen con las políticas de soberanía tecnológica y soporte desde el territorio nacional.

Para comprobar el correcto funcionamiento de la solución obtenida se realizaron las siguientes pruebas:

- Funcionales: se basan en la ejecución, revisión y retroalimentación de las funcionalidades previamente diseñadas.

- Estructurales: se basan en la medición todas las pruebas, mediante la evaluación de tipo estructura.

Se utilizaron las técnicas de pruebas dinámicas, las cuales permitieron el uso de los métodos de caja negra para las pruebas funcionales y caja blanca para las pruebas estructurales. Las pruebas unitarias en el método de caja blanca, consistieron en la verificación del correcto funcionamiento de una unidad de código. Para realizar el método de camino básico, se confecciona un grafo de flujo. En este grafo se representan nodos, Aristas y regiones, los cuales propician ver los caminos y sus interacciones.

Después de haber elaborado el grafo, se calculó la complejidad ciclomática por tres fórmulas distintas (deben dar el mismo resultado) para comprobar que el cálculo sea correcto. La complejidad ciclomática proporciona una medición cuantitativa de la complejidad lógica de un programa. Se calculó con las siguientes fórmulas:

$$V(G) = A - N + 2$$

$$V(G) = 14 - 11 + 2 = 5$$

$$V(G) = R + 1 = 4 + 1 = 5$$

$$V(G) = P + 1$$

$$V(G) = 4 + 1 = 5$$

A es el número de aristas del grafo de flujo y N es el número de nodos. P son los nodos predicados. $V(G)$ es el valor que da el número de caminos linealmente independientes de la estructura de control del programa, por lo cual en el siguiente paso se determinan los caminos básicos.

RESULTADOS

Los requerimientos funcionales de un sistema describen lo que el sistema debe hacer. Estos requerimientos dependen del tipo de software que se desarrolle, en los posibles usuarios del software y del enfoque general, tomado por la organización al redactar los requerimientos.⁽⁸⁾

La tabla 2 muestra los requisitos funcionales definidos (RF) y sus descripciones.

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Tabla 2 - Requisitos funcionales para las solicitudes evaluación de estudios neurofisiológicos

RF	Nombre	Descripción
1.	Crear solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos	Permite crear la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos, la cual muestra los datos generales del paciente y del estudio
2.	Ver datos de solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos	Permite visualizar los datos de la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos que ha sido creada con anterioridad
3.	Modificar datos de solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos	Permite actualizar los datos de la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos que ha sido creada con anterioridad y que no tenga informe de evaluación de los resultados
4.	Eliminar solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos	Permite eliminar la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos que ha sido creada con anterioridad y que no tenga informe de evaluación de los resultados
5.	Buscar solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos	Permite buscar la solicitud de evaluación de los estudios neurofisiológicos creados
6.	Ver detalles de solicitud de evaluación de estudio neurofisiológico	Permite visualizar los datos de la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos que ha sido creada con anterioridad, con el objetivo de modificar o eliminar sus datos

La figura 2 muestra el modelo de datos correspondiente a la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos.

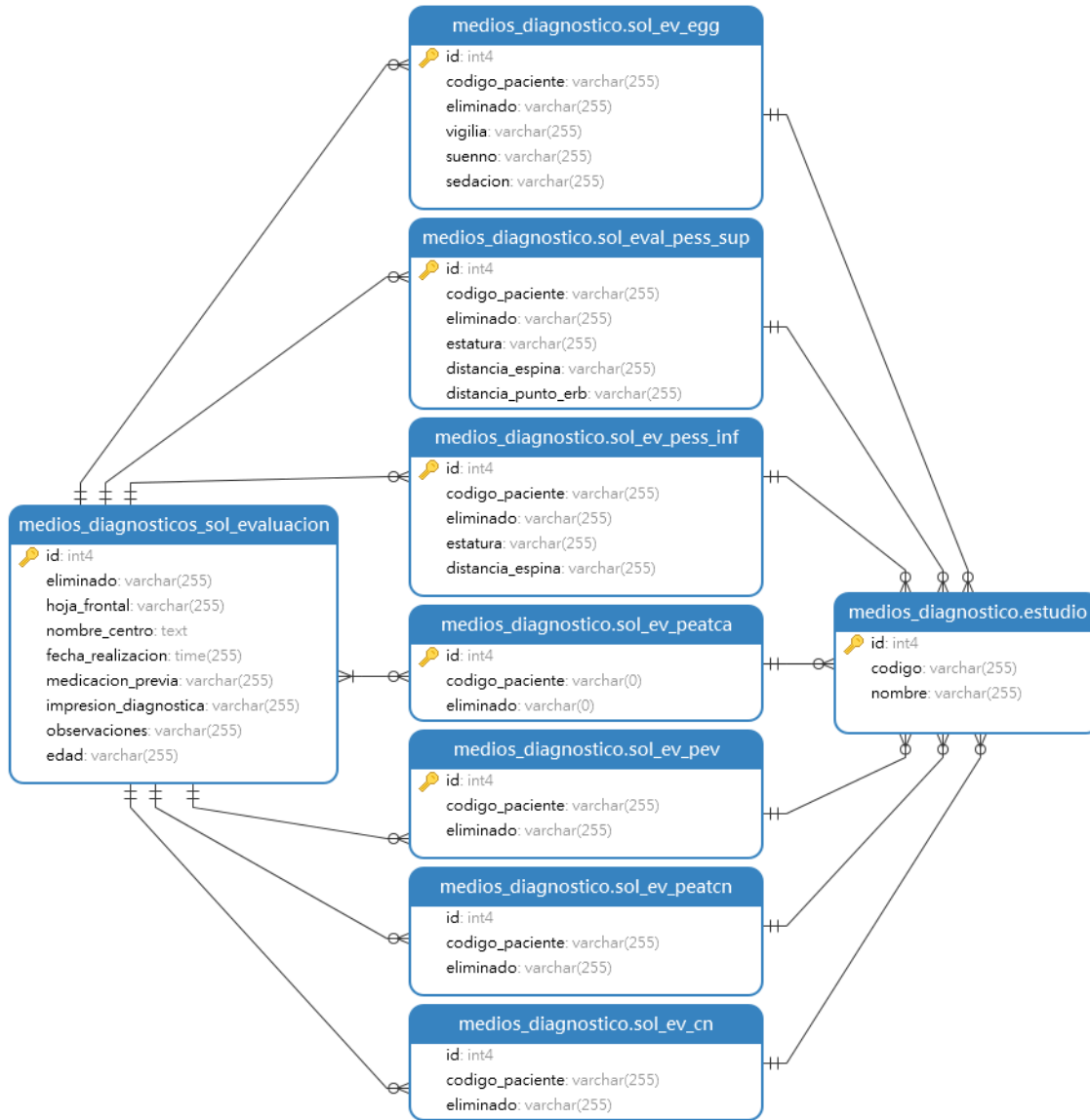


Fig. 2 - Modelo de datos de la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos (captura de pantalla).

Con el componente de software desarrollado (ver Figura 3), se propone lograr una estandarización, mediante la especificación de los datos requeridos, para que las instituciones que no tienen especialistas en neurofisiología, puedan también solicitar este servicio.

Permite mejorar la gestión de la información en el sistema XAVIA HIS, mediante la historia clínica electrónica del paciente. Los resultados de los estudios previos, se anexan, esto propicia el incremento en la calidad del servicio y en la disponibilidad de la información asociada al paciente.

Además, se garantiza la seguridad y confidencialidad de la información clínica del paciente y sus datos generales.

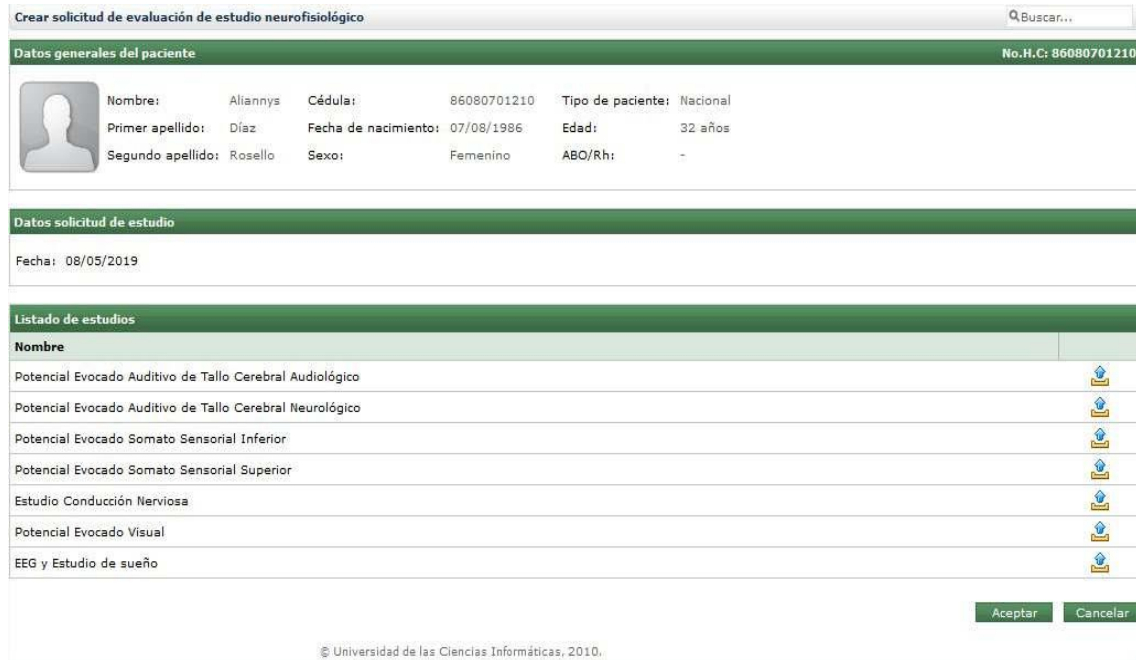


Fig. 3 – Captura de pantalla de la interfaz de usuario para las solicitudes de evaluación de estudios neurofisiológicos.

Las pruebas unitarias en el método de caja blanca descrito en métodos, propició obtener el grafo representado en la figura 4.

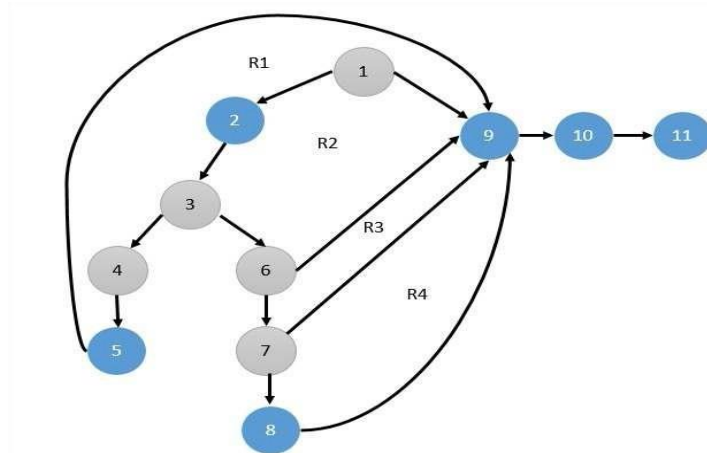


Fig. 4 - Grafo de flujo.

En la figura 4 se muestran las regiones que se forman, representadas por la letra R, seguido de un número, y los nodos que son predicados, representados de color gris. Al aplicar las fórmulas mostradas en métodos, el número de caminos linealmente independientes de la estructura de control del programa, quedan representados en cinco, como muestra la tabla 3.

Tabla 3 - Caminos básicos detectados a partir del grafo de flujo

No.	Camino básico
1.	1-2-3-4-5-9-10-11
2.	1-2-3-6-9-10-11
3.	1-2-3-6-7-9-10-11
4.	1-2-3-6-7-8-9-10-11
5.	1-9-10-11

Luego de aplicar el método anterior, se comprobó que cada sentencia es ejecutada al menos una vez. El valor calculado como complejidad ciclomática, define el número de caminos independientes del conjunto básico,⁽⁹⁾ lo cual facilitó conocer el número de pruebas que se deben realizar. En este caso fueron cinco casos, que se realizaron exitosamente.

Las pruebas integrales se tienen que aplicar, justo después de haber llevado a cabo cada prueba unitaria. Se realizan para probar los métodos aplicados en el desarrollo. Si no existen problemas de código y las pruebas unitarias han terminado de forma exitosa, se pasa al test integral, para asegurar que no se produce ningún problema en la combinación de elementos unitarios. Una vez integrada la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos al sistema XAVIA HIS, se le realizaron pruebas de integración, mediante el método de caja negra, con técnicas de partición equivalente. Al concluir esta de forma satisfactoria, el software cumplió con todos los requerimientos de calidad para ser aceptado por los expertos.

Se analizaron varios sistemas informáticos, que brindan funcionalidades relacionadas con la especialidad de neurofisiología, con el objetivo de estudiar el proceso de atención al paciente, específicamente en el desarrollo de una solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos. El departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital General “Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso” de Santiago de Cuba, es

una unidad de medios diagnósticos, que a través de un sistema experto en neurofisiología, desarrollado por el propio centro, informatiza el proceso de diagnóstico y control de los pacientes. Posee información médica como base de conocimientos, que se utilizan para garantizar el análisis de los posibles diagnósticos neurofisiológicos y se actualiza con las nuevas pruebas generadas por los especialistas.⁽¹⁰⁾

El Hospital Pediátrico Universitario “William Soler”, tiene un sistema de evaluación del neurodesarrollo en niños, el cual contiene un módulo para la gestión de la información, de los especialistas en neurofisiología, relacionada con los procesos de la atención y evaluación de los estudios. Este sistema automatiza las pruebas que se realizan en esta especialidad y da la posibilidad de generar de forma automática los sumarios, en los cuales se recogen los resultados de cada una de las pruebas, así como sus observaciones.⁽¹¹⁾

El hospital general de Santiago de Cuba “ Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso ”, dispone de un sistema informatizado que permite el análisis y la entrega de los resultados de los estudios neurofisiológicos, denominado Lectura de estudios electrofisiológicos (LEES). Este sistema está compuesto por dos módulos LEESID para la recepción y el almacenamiento de los parámetros de los estudios neurofisiológicos, y LEESOR para el análisis y entrega de los resultados de potenciales evocados.⁽¹²⁾

Se muestra a continuación una comparación, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Servicio de Neurofisiología: permite comprobar si en los sistemas mencionados se incluye durante el proceso de atención al paciente, la indicación de una solicitud de estudios neurofisiológicos.
- Solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos: permite identificar si en los sistemas mencionados, se realiza una solicitud de evaluación de los resultados de los estudios neurofisiológicos indicados.
- Anonimizar los datos del paciente: permite analizar los sistemas que cumplen con la condición de ocultar los datos personales del paciente, con el objetivo de que su identidad sea invisible para el especialista de neurofisiología, quien evalúa los resultados de los estudios.
- Tipo de licencia de software: permite comprobar si los sistemas mencionados cumplen con la política de independencia tecnológica.

Tabla 4 - Comparación de los sistemas identificados

Criterios	Sistema experto en neurofisiología	Sistema de evaluación del neurodesarrollo en niños	Lectura de estudios
Servicio de Neurofisiología	Incluye los siguientes estudios neurofisiológicos: Neuroconducción Electromiografía Electroencefalografía Potenciales evocados	Incluye los siguientes estudios neurofisiológicos: Emisiones otacústicas Potenciales evocados Timpanometría	Potenciales evocados
Solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos	Gestión parcial, debido a que durante el proceso de atención al paciente, no se hace mención de una solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos, es decir, se menciona la solicitud del estudio, se describe el proceso de realización en los equipos correspondientes y automáticamente se evalúan los resultados, con las observaciones emitidas por el especialista de neurofisiología.		
Anonimizar datos del paciente	No	No	No
Tipo de licencia de software	Software libre	Software libre	Software libre

En Cuba se cuenta con limitados sistemas que gestionen funcionalidades relacionadas con la especialidad de neurofisiología y algunos de estos no contemplan la información de todos los estudios neurofisiológicos. Se asume que las instituciones cuentan con los recursos necesarios para solicitar estudios y evaluar sus resultados, aspecto que resulta complejo cuando en la institución no hay especialistas que realicen este último servicio. Además, no se garantiza anonimizar los datos generales del paciente; esta es una funcionalidad esencial, debido a que en algunos casos, el paciente solicita ocultar su identidad durante el proceso.

Se implementó la solicitud de evaluación de estudios neurofisiológicos, lo cual contribuye a estandarizar, mediante la especificación de los datos requeridos, para solicitar este servicio, independientemente del tipo de estudio. Las herramientas, tecnologías y lenguajes de programación seleccionados, permitieron integrar la solución propuesta, al sistema XAVIA HIS. La estrategia de validación aplicada a la propuesta de solución, a partir de los métodos definidos, validó el correcto funcionamiento del producto, y puede ser explotado por las instituciones hospitalarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. iCalvet JG. Las TIC y la salud. Las TIC y la salud. Madrid: Universitat Oberta de Catalunya. 2015. [acceso: 09/02/2020]. Disponible en:
https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachments/68/documentos/12427_las%20Tic%20y%20la%20salud.pdf
2. Orellana A, Cisneros VA, Miranda MA. Software de gestión y análisis de los casos de intoxicaciones por plaguicidas-PlaguiTox. Rev Cubana Med Milit; 2020. [acceso: 22/05/2020]; 49(2):375-87. Disponible en: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/482>
3. Orellana A, Larrea OU, Perez YE, Perez D. Inductive visual miner plugin customization for the detection of eventualities in the processes of a hospital information system. IEEE Latin America Transactions. 2016[acceso: 14/03/2020]; 14(4):1930-36. Disponible en:
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7483536>
4. Shkurovich Bialik P. La neurofisiología clínica en la práctica médica. Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC. 2016 Jun 23[acceso: 02/09/2019];61(2):84-6. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2016/bc162a.pdf>
5. Morales G, Artieda J. La neurofisiología clínica: pasado, presente y futuro. Anales del Sistema Sanitario de Navarra. 2009[acceso: 06/07/2019];32(sup.3):5-8. Disponible en:
<http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v32s3/original1.pdf>
6. González-Hidalgo M. Indicaciones de los estudios neurofisiológicos en el dolor lumbar. Revista de neurología. 2006 [acceso: 18/08/2019];43(10):618-20. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1250850>
7. González-Hidalgo M. Estudios neurofisiológicos de la unión neuromuscular. Revista de neurología. 2005[acceso: 18/08/2019];41(3):163-76. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1250850>
8. Sommerville I. Ingeniería del software. 7 ed. Madrid: Editorial Pearson educación SA; 2005.
9. Pressman RS. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. 7 ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2010.
10. Castillo AS, Reyes AL, Milanés DL, Ramírez EM, Pedrón AM, Méndez JC. SLD217 SEN: Sistema Experto en Neurofisiología. En: Convención Informática 2013; 2013; La Habana, Cuba.

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

[acceso: 20/11/2019]. Disponible en:

<http://www.informatica2013.sld.cu/index.php/informaticasalud/2013/paper/viewFile/449/262>

11. Romero YV, Larquin YD, González YL, Enríquez E, Mulet G. Evaluación del Neurodesarrollo en Niños para el Hospital Pediátrico William Soler. En: IV Jornada Nacional de Ciencias de la Información en Salud; 2014; La Habana, Cuba. [acceso: 20/11/2019]. Disponible en:

www.jornada2014.sld.cu/index.php/jornada/2014/paper/download/20/42

12. Cañizares N, Gurrís L, Acosta T, Vilches, I. Sistema cliente servidor para automatizar el análisis y entrega de resultados de estudios neurofisiológicos en el Hospital General Santiago. En: VI Congreso Internacional de Informática en Salud; 2007: La Habana, Cuba. [acceso: 20/11/2019]. Disponible en:

<http://www.bvs.hn/cu-2007/ponencias/SLD/SLD065.pdf>

Conflictos de interés

La universidad de afiliación de los autores es también un centro productor y comercializador de software y soluciones informáticas.

Contribuciones de los autores

Arturo Orellana García: dirigió el proyecto, realizó el análisis a interpretación de los resultados, elaboró y aprobó el informe final.

Leodan vega Izaguirre: colaboró con la definición del proceso, proporcionó documentación y revisó los artefactos ingenieriles.

Ariannys Garrido Saroza: colaboró con la definición del proceso, proporcionó documentación y revisó los artefactos ingenieriles.

Lysbet María Laguardia Sánchez: elaboró artefactos ingenieriles e implementó las funcionalidades del software.

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Bajo licencia Creative Commons