

MÓDULO NEUROFISIOLOGÍA EN EL SISTEMA INFORMÁTICO "SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL NEURODESARROLLO EN NIÑOS" PARA EL HOSPITAL PEDIÁTRICO WILLIAM SOLER.

NEUROPHYSIOLOGY MODULE COMPUTER SYSTEM "NEURODEVELOPMENT EVALUATION SYSTEM IN CHILDREN" FOR PEDIATRIC HOSPITAL WILLIAM SOLER.

Yoandris Viquillon Romero¹, Yelenis Díaz Larquin², Yolexis López González³, Evelio Enríquez González Mulet⁴

1 Universidad de las Ciencias Informáticas. yviquillon@uci.cu. 837-2241

2 Universidad de las Ciencias Informáticas. ylarquin@uci.cu. 837-8865

3 Universidad de las Ciencias Informáticas. 837-8865

4 Universidad de las Ciencias Informáticas. eegonzalez@uci.cu

La Habana, Octubre, 2013

RESUMEN

En el Hospital Pediátrico Universitario "William Soler", se lleva a cabo un programa de atención y evaluación del neurodesarrollo en niños egresados de las Unidades de Terapia Intensiva Polivalente y Neonatal. El programa cuenta con un equipo médico multidisciplinario. Específicamente, los especialistas en neurofisiología, realizan un examen médico conformado por cinco pruebas que le proporcionan los datos para un posterior análisis. Estos datos son tratados de forma manual, lo que posibilita que la gestión de la información se vea afectada. El presente trabajo propone una herramienta informática web para la gestión de la información de los especialistas en neurofisiología, relacionada con los procesos de la atención y evaluación del neurodesarrollo.

La elaboración de la herramienta se guió por la metodología de desarrollo de software "Proceso Unificado de Desarrollo". Se utilizó el Lenguaje Unificado de Modelado para especificar, construir y documentar el sistema; la herramienta Visual Paradigm para UML 2 para la creación de los artefactos que se generan durante el desarrollo; el sistema gestor de base de datos PostgreSQL 8.3 para modelar, construir y operar la base

de datos; y Java 1.6 para crear los algoritmos que hacen funcional el sistema.

El módulo desarrollado digitaliza la información guiada por los algoritmos definidos que describen el comportamiento del negocio abordado en la investigación. Además, garantiza una mejor organización de los datos, su constante actualización y manipulación.

Palabras Clave: Neurodesarrollo, Neurofisiología, Software.

ABSTRACT

In the University Pediatric Hospital "William Soler ", is carried out a program of care and neurodevelopmental assessment in children graduates Multipurpose Units and Neonatal Intensive Care. The program has a multidisciplinary medical team. Specifically, experts in neurophysiology, perform a medical examination consists of five tests that provide data for further analysis . These data are processed manually , which enables the management of information is affected . This paper proposes a software tool for managing web information specialists in neurophysiology, related to the processes of care and neurodevelopmental assessme.

The development of the tool was guided by the software development methodology "Unified Process ". We used the Unified Modeling Language to specify, construct and document the system, the tool Visual Paradigm for UML 2 for creating artifacts that are generated during development, the management system PostgreSQL 8.3 database to model, build and operate the database, and Java 1.6 to create functional algorithms that make the system.

The module digitizes the information developed guided by the algorithms defined that describe business behavior addressed in research. It ensures improved data organization, its constant updating and manipulation.

KeyWords: *Neurodevelopment, Neurophysiology, Software.*

1. INTRODUCCIÓN

Las Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP), creadas el 25 de noviembre de 1967, proveen el servicio hospitalario que se dedica a la asistencia intensiva integral y al seguimiento del niño que se encuentra críticamente enfermo. Este servicio es un

eslabón de vital importancia para Cuba en el sector de la salud, esto lo demuestra su objetivo primario que es dar una respuesta asistencial eficiente a las urgencias médicas pediátricas.

Un ejemplo de esto lo constituye el Hospital Pediátrico Universitario William Soler. El mismo se dedica al cuidado y atención del niño con estado de salud crítico. Además con su quehacer diario, garantiza una atención asistencial oportuna encaminada a potenciar la capacidad de desarrollo y bienestar del infante.

También, desarrolla un programa médico de atención temprana y evaluación del neurodesarrollo en niños de 0 a 18 años de edad, egresados de las Unidades de Terapia Intensiva Polivalente y Neonatal. El objetivo fundamental del programa es brindar una atención especializada al paciente reportado de grave durante su estadía en terapia intensiva y lograr una calidad de vida óptima en los afectados.

Sus metas se centran en la evaluación de la calidad del neurodesarrollo de los niños a partir del resultado obtenido de un conjunto de pruebas definidas por los especialistas. Luego, en determinar los grupos de tratamiento según la edad neurológica del niño obtenida y valorar la efectividad del Programa "Atención Temprana".

Las pruebas serán realizadas por un equipo interdisciplinario que determinará la presencia o no de afecciones del neurodesarrollo en los infantes tras su período de gravedad. Estará compuesto por especialistas en: neurología, psicología, fisiatría, nutrición, logopedia, genética y neurofisiología. La opinión colectiva de los distintos especialistas, luego de atender a un mismo paciente, constituye un instrumento determinante para el diagnóstico final del mismo.

El presente trabajo se centra en la especialidad de neurofisiología, la cual determina los estados funcionales de los sistemas nervioso, sensorial-visual y sensorial-auditivo del niño. Además, permite realizar las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las enfermedades que los involucre. En el área de neurofisiología se atienden niños egresados de terapias neonatales de maternidades y de Hospitales Pediátricos, terapias polivalentes de Hospitales Pediátricos, consultas de otorrinolaringolo-

gía, consultas de genética y consultas de logopedia y foniatría, siendo estos, niños de 0 a 18 años de edad.

Entre los problemas patológicos más frecuentes que presentan los infantes atendidos en la consulta de neurofisiología se encuentran: el uso de medicamentos ototóxicos en recién nacidos, otitis media crónica que se presenta generalmente en los dos primeros años de edad, prematuridad, bajo peso al nacer e infecciones severas.

Para efectuar la adecuada atención de estas afecciones los especialistas en Neurofisiología realizan las siguientes actividades:

- ✓ Valoración inicial según el diagnóstico del médico de remisión y análisis de los datos aportados por las planillas de recolección de datos primarios.
- ✓ Interrogatorio y examen físico.
- ✓ Cita para posteriores consultas con el objetivo de valorar resultados y decidir tratamiento del neurodesarrollo.
- ✓ Evaluaciones posteriores según criterio del especialista.

Durante el examen físico neurofisiológico se realizan pruebas con el propósito de obtener información detallada del estado de ingreso del infante a la institución y llevar un control estricto de la evolución del mismo. La información obtenida de las pruebas, se archivan físicamente en formato duro, lo que puede provocar su pérdida y/o deterioro, la duplicación u omisión de datos.

También pueden ocurrir retrasos en la obtención de la información y en la generación de la evaluación del paciente, lo que influye negativamente en la cantidad de casos a atender en una sesión de trabajo. Además, se puede dificultar la comparación de diagnósticos emitidos por otros especialistas, pues el expediente del paciente va aumentando su contenido debido a que se archivan los resultados de las consultas de cada una de las especialidades. Todo esto provoca un gran cúmulo de información, atenuando el proceso de gestión de la información.

Por lo anteriormente descrito se planteó como **problema a resolver**: ¿Cómo minimizar los riesgos de almacenar en formato duro los datos relacionados con la gestión de la

información que realiza el especialista en neurofisiología al atender un paciente?

Para solucionar el problema planteado, se identificó como **objetivo general**: Desarrollar el módulo neurofisiología en el sistema informático "Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en Niños", que automatice los procesos de gestión de la información que resulta de la atención y evaluación del neurodesarrollo en niños por parte del especialista en neurofisiología del Hospital Pediátrico William Soler de Cuba.

2. CONTENIDO

2.1 Conceptos básicos relacionados con el problema planteado.

Neurodesarrollo: Son los mecanismos a través de los cuales se organiza el sistema nervioso como un sistema de relación. El sistema nervioso no es pasivo, interactúa intrínsecamente, genera diferentes variables como: atención, intencionalidad, emoción, pensamiento, memoria, lenguaje, socialización y control motor para responder a demandas del medio. (1)

Neurofisiología: Rama de la fisiología que estudia el funcionamiento del sistema nervioso. Se interesa por conocer los principios que vinculan la anatomía y fisiología del cerebro con el aprendizaje, la percepción, la motricidad y la cognición. (2)

2.2 Descripción de los procesos que serán objeto de automatización.

Con el fin de solucionar los problemas existentes en el Hospital Pediátrico William Soler en el proceso de evaluación de la calidad del neurodesarrollo por los especialistas en neurofisiología, se propone diseñar una aplicación web que facilite el manejo de la información. Se tiene como objeto de automatización inicial las pruebas que se realizan en esta especialidad, dando la posibilidad de la generación automática de los sumarios, posibilitando así una mayor confidencialidad, seguridad y control de la información que se manipula, así como la disminución del tiempo de aplicación de dichas pruebas.

2.3 Metodologías de Desarrollo.

Las metodologías imponen un proceso disciplinado sobre el desarrollo de software con el fin de hacerlo más predecible y eficiente definiendo quién debe hacer qué, cuándo y cómo debe hacerlo. Lo hacen desarrollando un proceso detallado con un fuerte énfasis

en planificar inspirado por otras disciplinas de la ingeniería. Su objetivo es garantizar la eficacia en el proceso de construcción del software. (3)

Para el desarrollo del sistema se utilizó Proceso Unificado de Desarrollo (RUP), un producto del proceso de ingeniería de software que proporciona un enfoque disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización del desarrollo. Su meta es asegurar la producción del software de alta calidad que resuelve las necesidades de los usuarios dentro de un presupuesto y tiempo establecidos. (4)

El ciclo de vida del RUP se caracteriza por ser:

- ✓ Iterativo e incremental.
- ✓ Centrado en la arquitectura.
- ✓ Guiado por los casos de uso.

La metodología RUP proporciona disciplinas en las cuales se encuentran artefactos con lo cual se podrá contar con guías para poder documentar e implementar de una manera fácil y eficiente, todas las guías para un buen desarrollo, todo esto dentro de las respectivas fases con las cuales cuenta. (4)

Se utilizó el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) siendo el más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio, funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación y esquemas de bases de datos. (5)

2.4 Tecnologías

El sistema fue desarrollado sobre la base de las tecnologías Java 2 Enterprise Edition (J2EE), Java Server Pages (JSP) y Servlet, Richfaces, Ajax4JSF. Como servidor Web JBoss Seam, como servidor de base de datos PostgreSQL 9.1.0, como herramienta de Mapeo de Objeto Relacional (ORM) Hibernate, como máquina virtual de java la JDK-6-u3. Se utilizaron además como tecnologías horizontales Java Platform Enterprise Edition (JavaEE 5), Java Runtime Environment (JRE).

2.5 Resultados

El sistema está compuesto por interfaces sencillas y de fácil uso para el usuario, permitiendo al especialista en neurofisiología realizar las operaciones correspondientes a cada funcionalidad del sistema con el fin de gestionar la información de los exámenes médicos realizados de forma eficiente. A continuación se describen algunas interfaces del módulo neurofisiología.

En la vista principal del sistema se muestran todas las funcionalidades correspondientes a las necesidades del cliente, permitiendo así gestionar la información necesaria para realizar un examen médico, así como para consultar los ya realizados.



Fig. 1: Vista principal.

Una vez seleccionado la funcionalidad listado de pacientes a atender, se procede a realizar el examen médico a las personas que tienen turno para ese día en específico.

Contenido Q Buscar...

Criterios de búsqueda <<

Nombre: Primer Apellido: Segundo Apellido:

Carné de Identidad:

Listado de pacientes por atender

Foto	Nombre	Primer Apellido	Segundo Apellido	Carné de Identidad	
	Maria	Gonzalez	Ramirez	87314543413	
	LOLA	PEREZ	CARBALLO	12343256751	
	Prueba	Prueba	Prueba	234551794543	
	Pruebaprueba	Prueba	Prueba	12453411871	
	No identificado	-	-		

⏪ ⏩ ⏴ ⏵

Fig.2: Listado de pacientes a atender.

Esta interfaz permite al especialista crear las diferentes pruebas físicas realizadas al paciente arrojando datos que le permitan emitir una evaluación final como se muestra en la fig. 4.

Contenido Q Buscar...

Datos Personales **Realizar Pruebas Físicas**

Potenciales evocados auditivos transiente <<

Seleccione el oído:
 Latencia Absoluta:
 Latencia Interpico:

Tcc:
 Pendiente:
 Simetría Interaural:

Morfología:
 Umbral Auditivo:
 No respuesta:

Intervalos Interpico:
 Intervalos Tcc:

Potenciales evocados auditivos estable >>

Emisiones otoacústica >>

Timpanometría >>

Potenciales evocados visuales >>

© Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.

Fig.3: Realizar Pruebas Físicas.

Contenido Q Buscar...

Datos generales del paciente



Nombre:	Maria	Carné de Identidad:	87314543413145
Primer apellido:	Gonzalez	Fecha de nacimiento:	11/09/2010
Segundo apellido:	Ramirez	Sexo:	Femenino

Realizar evaluación

Resumen de la consulta:

- EL paciente posee problemas graves con la timpanometría.
- El oído izquierdo presente otitis aguda.
- El oído derecho no posee problemas pero si una pequeña alteración.
- Los factores que provocaron la otitis aguda están asociados al cambio de tiempo.
- Turno para
Fecha: 25/12/2013
Hora: 10:00 am
Hospital: Pediátrico Universitario William Soler Nefróloga: Dra. Nadyara Lopez Hernández

Aceptar
Cancelar

Fig.4: Realizar evaluación final de la especialidad.

2.6 Beneficios esperados del sistema

La implementación del módulo neurofisiología del Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en Niños propiciará un grupo de beneficios para los especialistas y sus pacientes. Entre ellos se encuentran:

- ✓ Los especialistas en neurofisiología contarán con un módulo incluido en la herramienta “Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en Niños” que mantiene una comunicación directa entre otros módulos referentes a otras especialidades.
- ✓ Los especialistas contarán con la historia clínica digital de los pacientes, esto propiciará el estudio del recorrido médico del paciente, con el propósito de evaluar futuros tratamientos.
- ✓ Los pacientes contarán con un histórico digital de todas las consultas realizadas, que servirá de apoyo a sus futuros tratamientos.

2.7 Valoración económica y aporte social

El país contará con una aplicación gratuita y de libre distribución. La misma podrá ser generalizada, como parte de un sistema informático más abarcador a todas las consul-

tas de neurofisiología del país que tengan la misma función que la abordada en el presente trabajo.

El software al ser elaborado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), garantizará soporte técnico de forma gratuita.

2.8 Discusión

A pesar del gran desarrollo tecnológico que existe hoy en día se cuenta con muy pocos sistemas aplicables en la neurofisiología infantil. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

Lectura de Estudios Electrofisiológicos (LEES)

País de origen: Santiago de Cuba, Cuba.

Es un sistema implementado en Delphi 7.0, que permite:

- ✓ Manipular toda la información necesaria para la entrada de datos.
- ✓ Gestionar la base de datos de los diferentes potenciales evocados que se tendrán en cuenta en la elaboración del informe.
- ✓ Manipular toda la información necesaria para la confección del informe y la salida de los resultados.

Beneficios

- ✓ La introducción de esta aplicación permite al Hospital General Santiago un salto de calidad en los servicios que brinda, entre otros elementos, debido a que:
- ✓ Dispone de un sistema informatizado que permite el análisis y la entrega de los resultados neurofisiológicos con facilidad, rapidez, eficiencia, seguridad, precisión y estética, con un mínimo de errores y de costo de operación, por poder lograr:
 - Mayor velocidad en el procesamiento de la información.
 - Mayor exactitud y mejor consistencia.
 - Mayor seguridad.
 - ¡Consulta más rápida de la información.
 - Integración de la información neurofisiológica.

- Conservar y disponer de información histórica.
- Lo dota de una imagen moderna, a tono con las tendencias actuales del uso de la computación.
- Mejora la cultura del personal médico y paramédico en la utilización de la computación.

Programa de Estimulación Temprana Portage

País de origen: Wisconsin, EE.UU.

Abarca 5 áreas de estimulación: cognitiva, sociabilización, lenguaje, motora y validismo; éstas comprenden el desarrollo de un niño normal desde el nacimiento hasta los 5 años de vida. Está dividida en períodos de 1 año de edad. La estructura interna presenta un título con un número que va en aumento y que son las conductas a estimular en el niño. Después aparece un acápite de descripción de la misma y materiales sugeridos. Se dan instrucciones para desarrollar la conducta. (6)

Ha sido utilizado en muchos países en niños con riesgos biológico y ambiental. En Cuba, forma parte del Programa de Pesquisaje Auditivo del Hospital "William Soler".

El programa pertenece al modelo ecológico que desde este enfoque engloba la naturaleza cultural de las funciones superiores. Es ecológico porque enfatiza las interacciones y acomodaciones entre un niño y su medio ambiente animado e inanimado, además de cómo los acontecimientos en diferentes marcos ecológicos afectan directa e indirectamente la conducta de las personas. (6)

Neuronic Audiología

País de origen: Cuba.

Neuronic Audiología fue el primer sistema comercial disponible en el mercado, con la técnica de los Potenciales Evocados Auditivos de estado estable. Constituye un electroaudiómetro computarizado para una exploración exhaustiva de la audición. El sistema incorpora la novedosa técnica electrofisiológica basada en el registro de Potenciales Evocados Auditivos de estado estable (PEAee). (7)

Esta técnica permite realizar una exploración audiométrica detallada por frecuencias y de manera objetiva, mostrándonos los resultados en forma de un audiograma convencional. Los PEAAe son respuestas que no se afectan por la sedación ni el sueño lo que las hace ideales para la exploración de la audición en niños pequeños, incluso de recién nacidos. (7)

Neuronic Audiología cuenta con una serie de aplicaciones de cómputo especialmente diseñados para la obtención y procesamiento de todo tipo de Potenciales Evocados Auditivos. Los resultados de los exámenes así como los datos clínicos del paciente y parámetros de registro, son almacenados en bases de datos, lo cual facilita su recuperación y análisis posterior. (7)

La siguiente tabla muestra la relación entre los sistemas existentes a nivel nacional e internacional (las filas) y las pruebas que actualmente gestiona la consulta especializada en neurofisiología del Hospital Pediátrico William Soler (las columnas).

Luego de realizar un estudio de los sistemas existentes a nivel internacional y nacional se observa, que los mismos poseen funcionalidades que se requieren para la implementación de la solución propuesta en esta investigación; pero no satisfacen todas las necesidades que se tienen. Los mismos constituyen soluciones incompletas en comparación a lo que se desea obtener.

Además, debido a que la presente investigación surge bajo la necesidad de complementar el sistema informático “Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en Niños” mediante la inclusión de un nuevo módulo, es necesario lograr una fácil y rápida integración entre las tecnologías en que este se soporta, para ello se evidencia la necesidad que el nuevo módulo a incorporar debe ser creado bajo las mismas herramientas. Por lo que se puede constatar, estos sistemas detectados servirán de apoyo a la implementación de un nuevo sistema más completo e integrable al sistema informático “Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en Niños”.

3. CONCLUSIONES

El análisis de los sistemas informáticos de salud existentes a nivel nacional e internacional referidos a las consultas especializadas en neurofisiología, específicamente en consultas donde se evalúa y da seguimiento al desarrollo neuronal en niños, permitió describir los procesos comunes de estos sistemas y además determinar que no era oportuno utilizarlos y sí confeccionar uno capaz de integrarse al “Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en Niños”.

Como resultado del estudio del funcionamiento del Programa de Atención y Evaluación del niño en la especialidad de neurofisiología del Hospital Pediátrico Universitario William Soler de Cuba, se identificaron los principales procesos del negocio y se efectuaron los flujos de trabajo propuestos por la metodología “Proceso Unificado de Desarrollo”: modelación del negocio, requerimientos, diseño e implementación, obteniéndose los artefactos que se generan en cada uno de ellos.

Se obtuvo un sistema informático auxiliado de la metodología, herramientas y lenguaje de programación estudiados, que simula, mediante funcionalidades, los procesos que gestionan las consultas especializadas en neurofisiología y permite homogenizar la organización de los datos y el procesamiento de los mismos.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Tamayo, Rigo.** [En línea] [Citado el: 21 de diciembre de 2012.] <http://www.rigotamayo.com.ar/contacto.html>..
2. **Carrillos Perez, Isaias.** *Metodología del desarrollo de software.* 2008.
3. **Morente, Ortega.** NEUROFISIOLOGIA CLINICA. [En línea] [Citado el: 21 de diciembre de 2012.] http://www.neurojaen.com/especialidad_neurofisiologia_clinica_articulo5_enesp.htm..
4. **Fernández Nieves, Yamila.** [En línea] marzo de 2008. [Citado el: 8 de enero de 2013.] <http://www.efdeportes.com>. ISBN/ISSN.
5. [En línea] 2012. [Citado el: 8 de enero de 2013.] http://www.infanthearing.org/earlychildhood/docs/Evaluacion_de_emision.pdf.

6. **Borchel García, Yanelis.** *Diseño del Módulo de Psicología del Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en niños.* La Habana, Cuba : s.n., 2010.

7. NEURONIC. [En línea] 2007. [Citado el: 20 de enero de 2013.] <http://www.neuronicsa.com..>

5. BIBLIOGRAFÍA

1. **Tamayo, Rigo.** [En línea] [Citado el: 21 de diciembre de 2012.] <http://www.rigotamayo.com.ar/contacto.html..>

2. **Carrillos Perez, Isaias.** *Metodología del desarrollo de software.* 2008.

3. **Morente, Ortega.** NEUROFISIOLOGIA CLINICA. [En línea] [Citado el: 21 de diciembre de 2012.] http://www.neurojaen.com/especialidad_neurofisiologia_clinica_articulo5_enesp.htm..

4. **Fernández Nieves, Yamila.** [En línea] marzo de 2008. [Citado el: 8 de enero de 2013.] <http://www.efdeportes.com>. ISBN/ISSN.

5. [En línea] 2012. [Citado el: 8 de enero de 2013.] http://www.infanthearing.org/earlychildhood/docs/Evaluacion_de_emision.pdf.

6. **Fowler, Kendall y Martin and Scott.** *UML Gota a Gota.* 1999.

7. **Borchel García, Yanelis.** *Diseño del Módulo de Psicología del Sistema de Evaluación del Neurodesarrollo en niños.* La Habana, Cuba : s.n., 2010.

8. NEURONIC. [En línea] 2007. [Citado el: 20 de enero de 2013.] <http://www.neuronicsa.com..>

9. Targetware. [En línea] [Citado el: 28 de febrero de 2013.] <http://www.software.com.ar/visual-paradigm-para-uml.html..>

10. **Pascual, Genís.** *Gestión y Reingeniería de Procesos.*

11. **Presman S, Roger.** *Ingeniería de Software, un enfoque práctico.* 2001.