

Sistema de gestión de información para seguimiento y alerta de casos positivos de tamizaje neonatal

Information management system for the follow-up and alert of positive neonatal screening cases

Otto Martín Díaz,^I Celia Llanusa Ruiz,^{II} Luis Sotillo Bent^{III}

^I Universidad Latina. Panamá.

^{II} Universidad de Santander. Panamá.

^{III} Caja del Seguro Social de Panamá. Panamá.

RESUMEN

Los softwares personalizados ofrecen funcionalidades a la medida y satisfacen con precisión las necesidades de información. Sus beneficios redundan en una plataforma de trabajo más cómoda y de uso más extensivo, ampliamente utilizada en los servicios de salud. Es objetivo de la investigación, desarrollar un sistema de gestión de información para el análisis, monitoreo y alerta, para el seguimiento y el tratamiento precoz de los casos de tamizaje neonatal de enfermedades metabólicas, de la Caja del Seguro Social de Panamá. Para esto se desarrolló una aplicación sobre un modelo de *framework* basado en software abierto LAMP, favorecida con estadísticas de uso, mejoras regulares, actualizaciones de seguridad, encriptación de datos y garantía de desempeño en el servidor. El sistema provee alertas e información, lo que garantiza que sus usuarios accedan desde cualquier punto. El software ha procesado más de 3 000 casos, cuyo análisis centralizado asegura el control de la calidad del trabajo y el acceso expedito a estadísticas, y cuenta con un sistema de alertas y seguimiento para formular acciones de salud oportunas, haciendo mejor uso del protocolo de atención especializada. Este permite el acceso a la información de los laboratorios descentralizados en todo el país, mejora la recogida de datos y permite la notificación segura, ágil y oportuna de los resultados a todos los niveles. La plataforma, al generar alertas, contribuye a garantizar la ejecución eficiente del programa de tamizaje neonatal, pues reduce el tiempo de espera de los pacientes para iniciar precozmente el tratamiento y la rehabilitación, lo que la convierte, además, en una plataforma de aprendizaje y desarrollo.

Palabras clave: tamizaje neonatal; enfermedades metabólicas; errores innatos del metabolismo; software.

ABSTRACT

Personalized software offers customized functions and accurately meets information needs. It provides a more comfortable and broader work platform, widely used in health services. The purpose of the study was to develop an information management system for the analysis, monitoring and alert, follow-up and early treatment of neonatal screening cases of metabolic disease at the Social Security Fund of Panama. To this end, an application was developed on a framework model based on the open access software LAMP, enriched with usage statistics, regular improvements, safety updates, data encryption and performance guarantee in the server. The system provides alerts and information, as well as access from any location. The software has processed more than 3 000 cases, whose centralized analysis has ensured the quality of the work done and fast access to statistics. The system of alerts and follow-up makes it possible to formulate timely health actions, making a better use of the specialized care protocol. The latter provides access to information from decentralized laboratories throughout the country, improves data collection and allows the safe, fast and timely reporting of results to all levels. By generating alerts, the platform contributes to ensure the efficient conduct of the neonatal screening program, reducing the time patients need to wait to start treatment and rehabilitation, which also turns the software into a learning and development platform.

Key words: neonatal screening; metabolic diseases; inborn errors of metabolism; software.

INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones web pueden realizar las mismas funciones que las señaladas en las aplicaciones de escritorio, pero son accesibles a través de cualquier navegador por internet, por lo que no tienen que ser instaladas en ningún ordenador. Esto facilita su trabajo multiplataforma y su acceso distribuido de la información. Una de las grandes ventajas es que no es necesario invertir en grandes máquinas aunque la aplicación sea muy potente, ya que puede estar instalada en servidores en la nube.

En el año 2007, se aprobó en Panamá por Ley de la República, el Programa Nacional de Tamizaje Neonatal, cuyo regente es el Ministerio de Salud. Esta pesquisa tiene como objetivo detectar enfermedades metabólicas y endocrinológicas en el recién nacido y disminuir la morbimortalidad y la discapacidad infantil. En ese momento se declara obligatorio en todo el territorio nacional la toma de la muestra del tamizaje neonatal en todas las instalaciones de salud, públicas y privadas, como parte del cuidado de rutina del neonato o recién nacido, siendo gratuito este servicio.

Al evaluar el programa existente de tamizaje en la Caja del Seguro Social de Panamá, se identificaron algunas necesidades que surgieron con su funcionamiento. Esta evaluación fue desarrollada por el equipo médico y de laboratorio. Sus

principales debilidades fueron la recolección de datos y su gestión. El sistema de información que poseían contaba con baja efectividad, incluyendo el programa informático y la organización de los procesos, pues dependía de una recolección física y manual más prolongada de los datos para su posterior reporte a los niveles superiores. Esto enlentecía el proceso e impedía una respuesta efectiva en cada caso. Por otro lado, se evaluaron otros programas utilizados (Costa Rica, Nicaragua, México, Ecuador, Perú) y comercializados internacionalmente con los equipos para tamizaje neonatal; ninguno de ellos resolvía los problemas planteados por el Laboratorio de Genética, como el aviso oportuno directo al paciente y a través de los actores de salud responsabilizados con la localización de este, la gestión para la consulta especializada y la evaluación oportuna, así como con el control de calidad del programa a diferentes niveles.^{1,2}

Con estos antecedentes se decidió iniciar la investigación, en la que se planteó como objetivo desarrollar un sistema de gestión de información para el análisis, seguimiento y tratamiento precoz de los casos de tamizaje neonatal de enfermedades metabólicas de la Caja del Seguro Social de Panamá. Considerando que los tamizajes neonatales tienen como objetivo el diagnóstico y el tratamiento precoz de los niños nacidos con algún error congénito del metabolismo y para contribuir a que esto se cumpla, es que se decidió desarrollar un software médico para la gestión de información. El uso de la aplicación va encaminado a tener de manera segura, ágil y oportuna toda la información necesaria para su análisis, respondiendo a las necesidades del programa. Con el desarrollo de este software, se prevé producir un impacto directo en el manejo del caso positivo, al imponer un tratamiento oportuno, lo que podría reducir las secuelas y las discapacidades generadas por el defecto metabólico.

MÉTODOS

Se evaluaron diversos lenguajes de programación con el fin de elegir aquel que fuera el más apropiado y amigable para programar la solución, y resultó elegido PHP. La aplicación web fue desarrollada sobre un modelo de framework basado en software abierto LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP), favorecida con estadísticas de uso, mejoras regulares, actualizaciones de seguridad, encriptación de datos y garantía de desempeño en el servidor virtual privado contratado para el efecto. Esto último permite un estado activo online de 99,9 % del tiempo, así como respaldos programados de la información que maneja. A la par, se concibió un mantenimiento regular para controlar la calidad del uso y garantizar la seguridad de los datos.

Este software se desarrolló con la garantía de que los usuarios implicados en la red puedan acceder a esta desde cualquier punto con un navegador y la conexión a Internet. Su plataforma, desarrollada de forma amigable e intuitiva, permite introducir los datos de los casos y revisar la información de estos, según el rol que cada usuario tiene definido en la red y el nivel que le corresponda. Por último, se desarrolló un sistema de avisos de casos positivos, que mantiene informados a los responsables del programa de salud, con notificaciones que son enviadas a sus dispositivos móviles y direcciones electrónicas.

FASES DE DESARROLLO

La investigación se dividió en tres fases. Cada una de ellas quedó definida con las actividades a realizar y el tiempo de duración:

- *Fase I.* Evaluación del montaje en red del sistema y definición del flujo de información y niveles de acceso. Duración: 3 semanas.
 - *Estudio de factibilidad.* Inicialmente se evaluaron los recursos necesarios para desarrollar el instrumento y se consideraron los posibles escenarios. Se analizaron soluciones que permitieran mantener la interoperabilidad del sistema.
 - A través de diagramas se representaron los requerimientos. En ellos se contempla su funcionalidad, considerando los casos de uso, actores y sus relaciones.
 - Definición por parte de la institución de los siguientes aspectos para elaborar perfiles de usuarios.
 - a) Datos de interés.
 - b) Unidades implicadas.
 - c) Usuarios a incorporar y roles.
 - d) Niveles de manejo.
 - e) Contactos.
 - Definir la plataforma a utilizar, el lenguaje de implementación, el software y el hardware empleado, entre otros.
 - Chequeo de completamiento de fase.
- *Fase II.* Implementación. Duración: 4 semanas.
 - Delinear la interfaz.
 - Diseño de una base de datos relacional.
 - Elaboración de maqueta de recogida de datos por parte de los desarrolladores que garantice la seguridad en el acceso a la información.
 - Aprobación por parte de la institución de maqueta de datos, tabla de resultados, estadísticas extras.
 - Desarrollo de la aplicación según necesidades identificadas en la fase I.
 - Chequeo de completamiento de fase.
- *Fase III.* Capacitación y Lanzamiento. Duración: 4 semanas.
 - Incorporación del personal de la red implicado en el uso de la aplicación.
 - Capacitación del personal al detalle.
 - Ejecución de período de prueba.
 - Lanzamiento y supervisión de ejecución.
 - Chequeo de completamiento de fase.

RESULTADOS










Se desarrolló un software médico a la medida que permite el acceso desde todos los laboratorios del país incorporados al programa, de forma organizada y con diferentes niveles de acceso a los datos del estudio, en el que era obligatoria la identificación del usuario para lograr el ingreso al sistema (<http://www.tamizajesgenetica.net/>).

La base de datos desarrollada permite almacenar todos los datos necesarios de las pacientes que se realizan tamizaje neonatal (Fig. 1). Con ellos pueden ser localizados rápidamente los casos positivos, ya sea empleando sus datos personales, o a través de la institución que toma la muestra. Este registro individual de la paciente cuenta además con el informe del examen realizado. El software incluye además un grupo de datos necesarios para evaluar, en caso de que se trate de un resultado positivo, las posibles causas y considerar la necesidad de repetir la toma de la muestra. La recolección de estos datos es escalable, lo que significa que va desde un puesto local único a un corregimiento, provincia o nación, mostrando reportes sumatorios de datos. Los casos con resultados alterados son marcados para repeticiones antes de ser determinados como positivos. El sistema genera un listado particular con aquellos pacientes pendientes de repeticiones, para darle seguimiento hasta que sea concluyente (Fig. 2).

Los casos positivos son marcados de forma que se genera una alerta. De esta forma los gestores principales a mayor nivel, son avisados inmediatamente de que existe un resultado positivo y son invitados a continuar el protocolo. Los reportes de casos son particularizados según la categoría de acceso y región (Fig. 3). El diseño para la recolección de datos estadísticos, permite detectar oportunamente centros médicos que requieren nuevo entrenamiento para la toma de muestras, por el gran número de repeticiones que han mostrado y la presencia de pocos casos detectados según lo esperado.

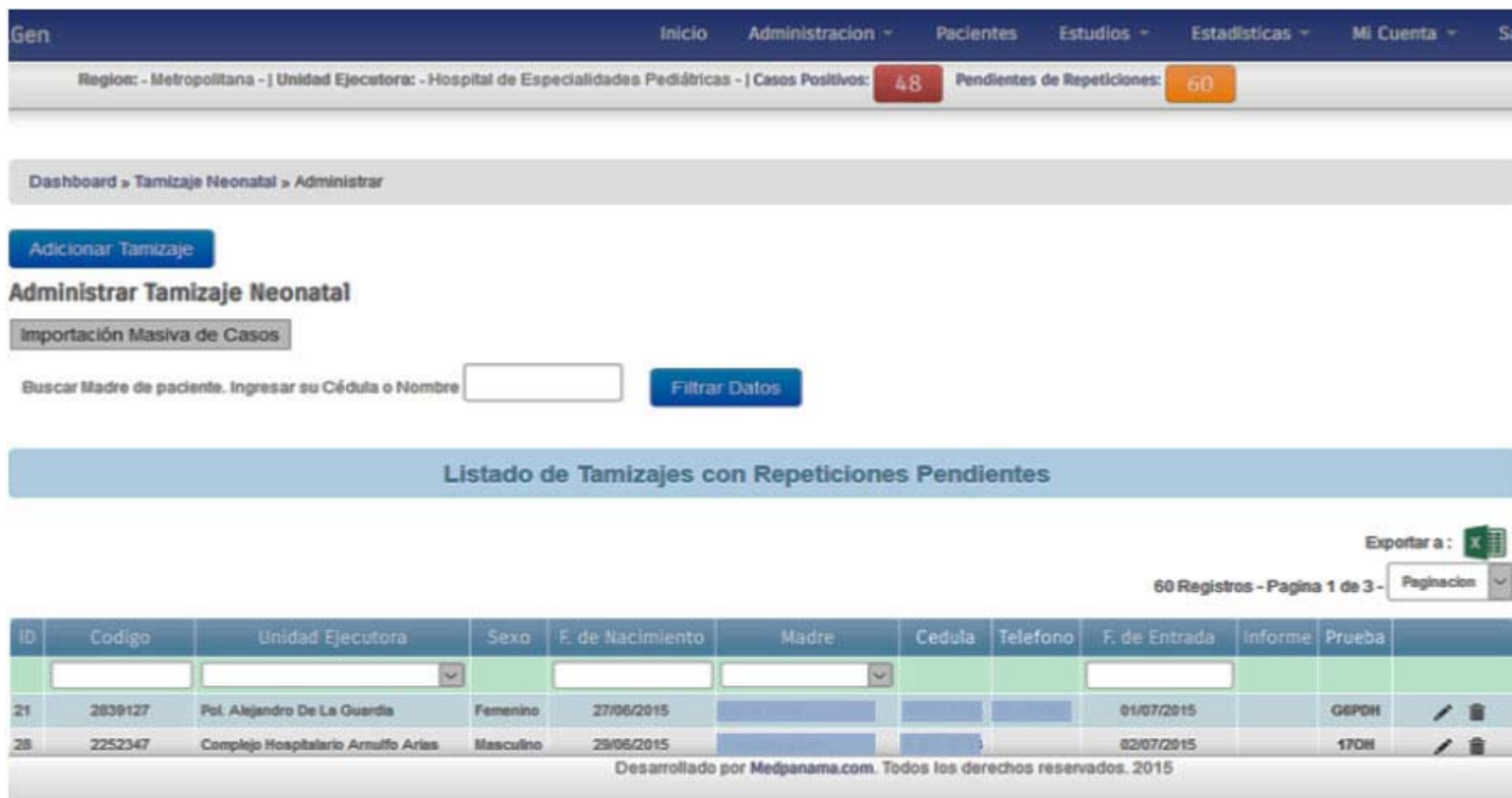
Por último, el sistema permite el acceso a estadísticas actualizadas (Fig. 4). Cada día los datos se van renovando, lo que permite conocer el número de casos nuevos positivos, la procedencia, los datos clínicos de forma agrupada y las características generales por grupos etarios, la edad gestacional, el peso, etc. (<http://www.tamizajesgenetica.net/index.php/tamizajeNeonatal/reporte>). Los casos positivos son geolocalizados por su unidad de atención (Fig. 5). Los responsables a cada nivel de dirección son notificados de los casos que pertenecen a sus áreas, lo que permite desencadenar las acciones de salud (http://www.tamizajesgenetica.net/index.php/tamizajeNeonatal/mapa_tamizaje).

523 Registros - Pagina 1 de 21 - Paginacion

ID	Codigo	Unidad Ejecutora	Sexo	Fecha de Nacimiento	Madre	Cedula	Fecha de Entrada	Informe	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>		
1	2252335	Complejo Hospitalario Amulfo Arias Madrid	Femenino	28/06/2015	[blurred]	[blurred]	[blurred]	[blurred]	   
2	2252336	Complejo Hospitalario Amulfo Arias Madrid	Masculino	28/06/2015	[blurred]	[blurred]	[blurred]	[blurred]	   
3	2252337	Complejo Hospitalario Amulfo Arias Madrid	Femenino	18/06/2015	[blurred]	[blurred]	[blurred]	[blurred]	   


Fuente: Software médico para tamizaje neonatal. Caja del Seguro Social, Panamá 2016.

Fig. 1. Datos almacenados de los pacientes analizados.



Fuente: Software médico para tamizaje neonatal. Caja del Seguro Social, Panamá 2016.







Fig. 2. Resumen de casos pendientes de repetición y positivos.

Exportar a: 

402

Registros - Pagina 1 de 17 -

Paginacion 

Unidad Ejecutora	Sexo	F. de Nacimiento	Madre	Cédula	Teléfono	F. de Entrada	Informe	Alerta
<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>			<input type="text" value=""/>		
Hospital de Chepo	Femenino	24/06/2015				01/07/2015		
Complejo Hospitalario Arnulfo Arias Madrid	Femenino	25/06/2015				02/07/2015		
Policlínica J.J. Vallarino	Femenino	03/07/2015				07/07/2015		

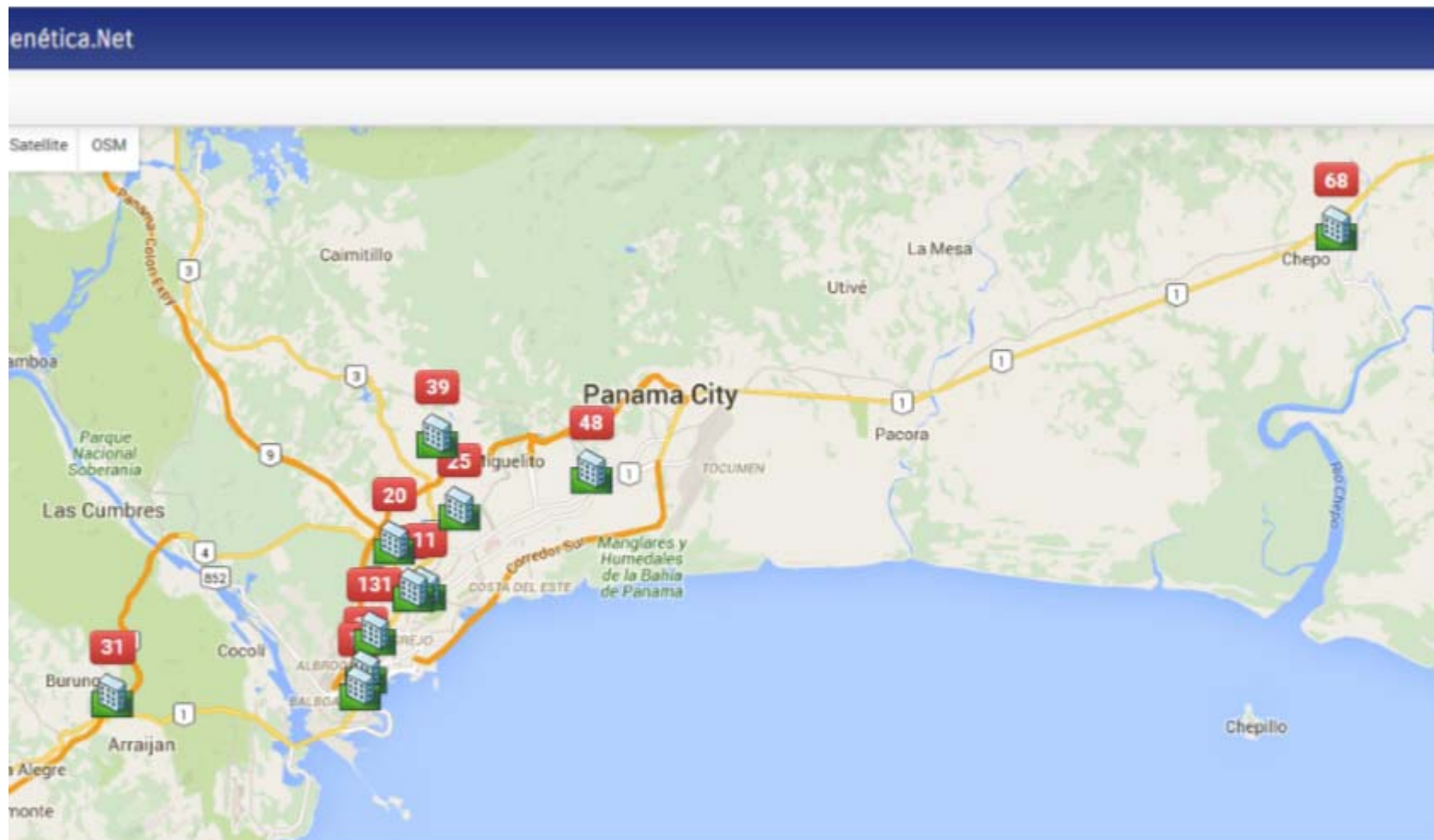
Fuente: Software médico para tamizaje neonatal. Caja del Seguro Social, Panamá 2016.

Fig. 3. Informe de alertas de casos positivos.

Hb Fb Tal												
Hb FC	1	1				1		1				1
Hb FS	8	3	5		3	5	1	7				8
Hb FSC	5	3	2		3	2	1	4			1	4
Hb Otras	1	1			1			1				1
Glucosa 6PDH	52	32	20		29	23	9	43			5	47
TSH	2		2		1	1		2				2
Galactosemia	1		1			1		1				1
Fenilcetonuria	1		1		1			1				1
17-OH Progesterona												
Repeticiones Pendientes 638												
Totales según criterios	638	352	286		307	331	83	654	1	6	56	576
Prueba	Hbpatia -> 7		G6PDH -> 470		TSH -> 1		GAL -> 111		PKU ->		17OH -> 70	
Pruebas Realizadas	Total	Sexo			Grupo de edad		Edad Gestacional			Peso al Nacer		
		Hombre	Mujer	Inter	0 a 7 días	8 a 28 días	28-36	37-42	más de 42	<1.5 Kg	1.5-2.49	2.5 ó más
Neonatos tamizados	5435	2785	2650		3082	2353	831	4601	3	114	574	4747
Asegurados	5435	2785	2650		3082	2353	831	4601	3	114	574	4747
No asegurados												
Hb normales (FA)	5081	2606	2475		2880	2201	772	4306	3	107	531	4443
Pendientes de Repeticiones	638	352	286		307	331	83	554	1	6	56	576
Casos Positivos 402												
Hb FAS	286	144	142		165	121	51	235		7	37	242
Hb FAC	49	24	25		29	20	5	44			5	44

Fuente: Software médico para tamizaje neonatal. Caja del Seguro Social, Panamá 2016.

Fig. 4. Estadísticas detalladas del tamizaje neonatal.



Fuente: Software médico para tamizaje neonatal. Caja del Seguro Social, Panamá 2016.

Fig. 5. Geolocalización de los casos positivos de tamizaje neonatal.

DISCUSIÓN

El desarrollo de herramientas informáticas para implementar diferentes modelos de gestión del conocimiento organizacional permite colaborar con la generación, distribución y toma de decisiones.³ Los softwares personalizados ofrecen soluciones rápidas a los problemas relacionados con la información que generan, lo que contribuye a optimizar el manejo de datos. La herramienta desarrollada en esta investigación ofrece una solución a la medida de los problemas que presentaba el Programa de Tamizaje Neonatal realizado en la Caja del Seguro Social de Panamá. Una vez identificados los problemas principales, se generaron soluciones a aquellos relacionados con la recolección de datos, la viabilidad de la gestión de los resultados generados y la información a diversos niveles.

En el desarrollo de esta herramienta fueron bien definidas las etapas de los procesos involucrados en la creación del producto.⁴ Estas fueron el análisis de los requisitos, el diseño, el desarrollo donde se realiza la implementación y las pruebas. Se consideraron dos requisitos importantes sugeridos en otras investigaciones, la rastreabilidad y la documentación.^{5,6} En su desarrollo se siguió el método estándar consistente en el análisis, diseño, implementación, documentación y mantenimiento de sistemas. En la fase del análisis, se recopiló toda la información necesaria en cuanto a procesos, metodologías y herramientas utilizadas, así como información de los médicos y enfermeras involucradas en cada una de las actividades. Esta información sirvió de base para diseñar el sistema.

El software médico se desarrolló a la medida y permite que cada laboratorio del país tenga acceso de forma organizada y segura al sistema (<http://www.tamizajesgenetica.net/>). Para esto fueron creados diversos niveles de acceso. Todas las instituciones que participan del programa pueden tener acceso a sus datos de forma organizada y visualizar sus resultados de forma inmediata. Los diferentes niveles de acceso a los datos del estudio garantizan la confidencialidad de los datos de cada paciente, lo que respeta el principio ético de confidencialidad.

La plataforma de aplicaciones es abierta, y cuenta con una interfaz de programación que permite incorporar nuevos módulos, respondiendo a las necesidades del servicio donde fue generada como se sugiere por muchos autores.⁷⁻⁹ Es replicable en otros entornos y portable a diferentes sistemas operativos, tanto en los servidores como en los clientes. De hecho, es una herramienta en desarrollo, donde se están implementando nuevos módulos que abarquen otras áreas diagnósticas.

El instrumento desarrollado incluye una base de datos que permite almacenar toda la información necesaria para viabilizar el proceso de localización y entrega de resultados a través de la entidad responsable, y dispone además del informe del examen realizado. Esto garantiza que el proceso sea ágil y reduce la demora generada por la inexistencia de datos completos de los pacientes. De igual forma, asegura que el proceso se cumpla mediante el aviso instantáneo al responsable del programa del nivel que corresponda, y su actividad es supervisada por los gestores de esta a niveles superiores. Además la base contiene información que permite hacer un análisis de los resultados por parte de los responsables de programa como el peso del recién nacido, la edad gestacional al nacer, la edad actual, etc. Lo anterior posibilita considerar en cada caso las posibles causas del resultado obtenido y considerar la necesidad de repetir la toma de la muestra en algún momento especial.

En la fase de diseño se contó con la participación de los responsables de la Unidad de Salud, quienes proporcionaron información en cuanto a diseño, colores, imágenes y estructura del software. En esta fase se determinaron las salidas o reportes y se constituyeron en la interfaz hombre-máquina, la cual permite interactuar entre enfermeras-sistemas y médicos-sistemas.

El sistema de recolección de datos desarrollado, tal como se sugiere en estos casos, es escalable, lo que significa que ha sido diseñado para aumentar su capacidad.^{10,11} Así, si la entrada aumenta, el sistema seguirá funcionando bien. De esta forma, la información disponible que va desde un puesto local único a un corregimiento, provincia o nación, muestra reportes sumatorios de datos. Todos los datos que se generan por el sistema están accesibles y son visibles de forma inmediata desde todos los laboratorios del país incorporados al programa, de forma organizada y con diferentes niveles de acceso. La disponibilidad de la información permite la ubicación inmediata de los casos positivos y de aquellos que requieren repetición del examen. Esto garantiza el diagnóstico precoz de la enfermedad, su evaluación médica y el tratamiento oportuno. De igual forma esta herramienta ofrece los resultados mediante una interfaz amigable y de fácil comprensión para el especialista del laboratorio, el médico de atención y los gestores de salud involucrados y con acceso al sistema, al facilitar una adecuada interpretación de los datos.

Los diversos sistemas electrónicos ofrecen grandes ventajas para proteger la seguridad y la calidad en el cuidado de la salud. Ellos permiten supervisar las condiciones del estudio y mantener controladas las fluctuaciones del instrumento de medición.¹² Si se desarrollan con software libre, entonces los beneficios se multiplican.^{13,14} El software desarrollado proporciona toda una interpretación del valor diagnóstico real, como otros que fueron consultados con estas características y con buenos resultados en la práctica.¹⁵ Este es capaz de definir la ubicación de los casos con respecto al rango aceptado como normal. El sistema genera un listado particular con los pacientes pendientes de repeticiones y permite darle seguimiento hasta que el caso sea concluido. Los casos con resultados alterados son marcados para repeticiones antes de ser determinados como positivos. La ubicuidad del web, así como su expansión masiva por las facilidades de uso, representa el medio ideal de comunicación en función de los objetivos de esta red como ocurre en otras similares.¹⁶⁻¹⁸

Los casos positivos detectados en el sistema que procesa la muestra son marcados y se genera una alerta que destaca el caso visualmente en el sistema y envía un aviso por correo electrónico a cada gestor implicado. De esta forma, los gestores principales a mayor nivel son avisados inmediatamente de que existe un resultado positivo. Este caso reportado como positivo que pasa al sistema de alerta, asegura que el médico esté enterado y es invitado a continuar el protocolo. De esta forma los médicos responsables del tamizaje a los diversos niveles pueden acceder a los reportes de casos que son particularizados según la categoría de acceso y región.

Uno de los problemas que han venido a resolverse con el uso de software para gestión del conocimiento es contar con datos estadísticos confiables y fáciles de obtener. Este sistema permite el acceso a estadísticas actualizadas. Diariamente los datos se van renovando, lo que permite conocer el número de casos nuevos positivos, la procedencia, los datos clínicos de forma agrupada y las características generales por grupos etarios, la edad gestacional, el peso, etcétera.

Por último, los casos positivos son geolocalizados por su unidad de atención, como también ha sido reportado en otros estudios.¹⁹ Los responsables a cada nivel de dirección son notificados de los casos que pertenecen a sus áreas, lo que permite desencadenar las acciones de salud. Esto es posible, pues el sistema está dirigido a

facilitar el acceso a la información a diferentes niveles de la red de Genética. Los datos que se recogen a nivel local pueden ser visualizados por niveles superiores a discreción, hasta alcanzar un nivel central que maneja la información nacional y facilita las acciones y seguimientos puntuales. La aplicación permite el seguimiento de los casos y la generación de alertas, y notifica de forma inmediata a todos los niveles de interés. Esto repercutirá de forma directa en la atención médica, al identificar rápidamente los casos positivos de errores congénitos del metabolismo. Lo anterior permitirá el tratamiento y la rehabilitación precoz, la reducción de las secuelas y de las discapacidades relacionadas con la enfermedad.

El uso del software permite conocer de forma inmediata y precisa la estadística actualizada en relación con el Programa Nacional de Tamizaje Neonatal en Panamá, lo que permite un control epidemiológico de la situación de salud. Esta herramienta facilita el trabajo colaborativo y permite la gestión documental, el desarrollo de agendas de trabajo, la definición de tareas, etc. La detección de cualquier fallo en el programa de forma oportuna permitirá la toma de decisiones por parte de los gestores de salud, que derivará en investigaciones científicas, capacitaciones y el desarrollo de acciones de salud de forma conveniente. La concepción del software permite realizar constantes mejoras y tiene planificadas otras funciones de red, que serán implementadas oportunamente, lo que prueba como concepto que puede ser readaptado, utilizado e implementado en otras especialidades. La adopción definitiva de esta plataforma está siendo evaluada aún en la Caja del Seguro, considerando las ventajas que ofrece.

Propone, por tanto, un enfoque de trabajo en red mediado por una plataforma que facilita las interacciones entre los diferentes actores del sistema a nivel nacional desde una perspectiva de red. Esta plataforma va más allá de su definición puramente técnica, que se convierte en un modelo de actividad que permite a múltiples actores (productores y usuarios de datos e información), interactuar entre sí, y ofrecerles una infraestructura para conectarlos, lo que les permitirá construir, intercambiar soluciones y establecer reglas que ayuden a la gobernanza de esa relación y a encauzarlas en la dirección de las metas y objetivos acordados.²⁰ Desde esta perspectiva, el objetivo principal de la plataforma es facilitar esas interacciones de manera sistemática y eficiente. Esa plataforma, además de cumplir las funciones esenciales para garantizar la ejecución eficiente del programa, se convierte en una plataforma de aprendizaje y desarrollo.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema de gestión de información, basado en un software, para el análisis, seguimiento y tratamiento precoz de los casos de Tamizaje Neonatal de Enfermedades Metabólicas de la Caja del Seguro Social de Panamá. Esta herramienta fue realizada a la medida para la gestión de casos, y fue más eficiente y participativa que las previamente utilizadas. La aplicación implementada permite agilizar el proceso de creación y búsqueda de pacientes, así como acelerar la información ofrecida a los gestores de salud, para garantizar el inicio precoz del tratamiento y la rehabilitación, con lo que se logra evitar o reducir las secuelas y la discapacidad producidas por estas enfermedades. La herramienta tiene además la posibilidad de elaborar un mapa que permite localizar y analizar rápidamente la distribución de los casos, lo que facilita realizar estudios epidemiológicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al laboratorio de Genética de la Caja del Seguro Social de Panamá, por el apoyo en la concepción del software, mostrando sus necesidades, ofreciendo

sus experiencias y permitiendo el desarrollo de esta herramienta interactiva. También agradecemos a la empresa comercializadora de equipos e insumos médicos Biolab, por el apoyo logístico y económico en la ejecución del proyecto.

CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL DE LOS AUTORES AL ARTÍCULO

Otto Martin, Celia Llanusa y Luis Sotillo diseñaron la investigación. OM desarrolló el software. Los tres autores participaron en la evaluación del sw, la redacción del artículo y la aprobación de la versión final.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chávez R, Vega ME. Tamiz neonatal en América Latina: problemas y propuestas derivadas de la práctica clínica. Rev Mex Pediatr. 1995;62(3):102-7.
2. Ramírez CC, Machado G, Lara ME, Castellón E. Tamizaje neonatal para hipotiroidismo congénito en Nicaragua. Rev Nicar Pediatr. 2013 [citado 12 de julio de 2016]; 1(2):6-10. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/144078501/Tamizaje-neonatal-para-hipotiroidismo-congenito-en-Nicaragua>
3. Ovies-Bernal DP, Agudelo-Londoño SM. Lecciones aprendidas en la implementación de sistemas nacionales de información de salud interoperables: una revisión sistemática. Rev Panam Salud Publ. 2014;35(5-6):415-23.
4. Mariño S. Los sistemas expertos para apoyar la gestión inteligente del conocimiento. Vínculos. 2014 [citado 21 de marzo de 2016]; 11(1):101-8. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/vinculos/article/view/8018/>
5. Vidal MJ, Araña A. Gestión de la información y el conocimiento. Educ Med Super. 2012 [citado 12 de abril de 2016]; 26(3):474-84. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412012000300013&script=sci_arttext
6. Romero RM. Análisis, diseño e implementación de un sistema de información aplicado a la gestión educativa en centros de educación especial [tesis]. Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería; 2012 [citado 12 de abril de 2016]. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1562/ROMERO_GALINDO_RAUL_SISTEMA_INFORMACION_EDUCACION_ESPECIAL.pdf?sequence=1
7. Paderni MC, Aguilar I, Cabrera M, Delgado A. Bases de datos distribuidas para aplicaciones médicas en el Sistema Nacional de Salud. Rev Cubana Informát Méd. 2014 [citado 18 de marzo de 2016]; 6(2):227-35. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592014000200011&lng=es

8. Pons PY. Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para mejorar el desarrollo de equipos de proyectos informáticos. Rev Esp Docum Cient. 2014 [citado 20 de marzo de 2016]; 37(2): 1-14. Disponible en: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/847/1108>
9. Alcayaga C, Pérez JC, Bustamante C, Campos S, Lange I, Zúñiga F. Plan piloto del sistema de comunicación y seguimiento móvil en salud para personas con diabetes. Rev Panam Sal Públ. 2014 [citado 12 de marzo de 2016]; 35(5-6): 458-64. <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/7899/24.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Román JE. Software portable, escalable y extensible para la resolución de problemas de valores propios dispersos de gran dimensión. Valencia, España: 2003 [citado 10 de diciembre de 2015]. Disponible en: <http://www.dsic.upv.es/mapa/ingles/desctesis.pl?tesis=etd-10272003-001619>
11. Muñoz C. Implementación de un sistema de comunicación convergente y de última tecnología en la corporación CENACE. Energía: Rev Técn. 2015; 11: 204-10.
12. Lugo García JA, Torres López S, García Pérez AM, Piñero PY, Delgado VR. Cálculo automático de indicadores como técnica de apoyo para la decisión en el Sistema Nacional de Salud. Rev Cubana Inform Cienc Sal. 2013 [citado 2 de marzo de 2016]; 24(4): 472-81. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132013000400009&lng=es
13. Gaitán RC. Diseño e Implementación de un Software para la administración de expedientes de pacientes en la Unidad de Salud de Perquín, Departamento de Morazán. Rev Tecnológ. 2015 [citado 9 de enero de 2016]; 7(1): 40-3. Disponible en: <http://www.redicces.org.sv/jspui/handle/10972/2549>
14. Danovaro-Holliday MC, Ortiz C, Cochi CH, Ruiz-Matus C. Electronic immunization registries in Latin America: progress and lessons learned. Rev Panam Salud Públ. 2014 [citado 12 de marzo de 2016]; 35(5-6): 453-7. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v35n5-6/23.pdf>
15. Martínez VL. Conception of patient module for Radiologic Information System a las RIS. Rev Cubana Informát Méd. 2014 [citado 20 de marzo de 2016]; 6(2): 169-83. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592014000200006&lng=es
16. Lara MA, Tiburcio M, Aguilar AA, Sánchez-Solís A. A four-year experience with a Web-based self-help intervention for depressive symptoms in Mexico. Rev Panam Sal Públ. 2014; 35(5-6): 398-406.
17. Barrera-Corominas A, Fernández-de-Álava M, Gairín Sallán J. Aprendizaje colaborativo en comunidades de práctica online: La plataforma e-Catalunya. Edutec Rev Electr Tecnol Educat. 2014 [citado 20 de marzo de 2016]; 47: 1-13. Disponible en: <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/118>
18. Mariño GM. Algunas experiencias de generación de software de gestión. CyTA. 2014 [citado 20 de marzo de 2016]; 13(1). Disponible en: <http://www.cyta.com.ar/ta1301/v13n1a1.htm>

19. Curioso WH. eSalud en Perú: implementación de políticas para el fortalecimiento de sistemas de información en salud. Rev Panam Sal Públ. 2014 [citado 12 de marzo de 2016]; 35(5-6): 437-41. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v35n5-6/20.pdf>

20. Choudary SP, Parker G, Alystane M. Platform scale: how an emerging business model helps startups build large empires with minimum investment. Platform Thinking Labs; 2015.

Recibido: 14 de junio de 2016.

Aprobado: 10 de agosto de 2016.

Otto Martín Díaz. Universidad Latina. Panamá.
Correo electrónico: ottomd@gmail.com