

ARTÍCULO DE ACTUALIZACIÓN

El rol fundamental de los sistemas informáticos de laboratorio clínico

The fundamental role of clinical laboratory computer systems

1. Magaly Gómez Ugarte, 2. David Escalera Cruz, 3. Gastón Silva Sánchez



1. Licenciada en Informática, docente del Departamento de Sistemas y Tecnología Informática, Universidad Privada del Valle
mgomezu@univalle.edu
2. Licenciado en Informática, docente del Departamento de Sistemas y Tecnología Informática, Universidad Privada del Valle
descalerac@univalle.edu
3. Ingeniero de Sistemas Informáticos, docente del Departamento de Sistemas y Tecnología Informática, Universidad Privada del Valle
gsilvas@univalle.edu

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de investigación consiste en demostrar el rol fundamental de los sistemas de información del laboratorio clínico, realizado por docentes del Departamento de Sistemas y Tecnología Informática de la Universidad Privada del Valle, en el área de la Salud.

Los investigadores del presente proyecto asumen que el accionar docente debe ser integrador acorde al avance científico y tecnológico, dando respuesta a las necesidades sociales; accionar que está en sintonía con la Misión y Visión institucional de la Universidad.

El Departamento de Sistemas y Tecnología Informática viene realizando actividades sostenibles de investigación e interacción social en diferentes ámbitos, con un fuerte impacto en el área de la salud, atendiendo a las necesidades del municipio de cercado y de la población de Tiquipaya.

Para la actividad de interacción social realizada en equipos multidisciplinarios por la Facultad Ciencias de la Salud y el Departamento de Sistemas y TI (dirigida a "determinar la prevalencia de enteroparasitosis en niños menores de 12 años de la Guardería Niño Jesús de Praga de la localidad de Tiquipaya, durante la gestión II/2015"), se desarrolló el Sistema informático de laboratorio clínico con el fin de registrar y procesar toda la información coproparasitológica, hasta la emisión del informe final, medio fundamental para el éxito de la actividad y toma de decisiones de medidas preventivas y correctivas determinadas por el equipo de investigadores del área de la salud.

Como metodología de desarrollo del Sistema informático de laboratorio clínico, se utilizó Rational Unified Process (RUP), Unified Modeling Language (UML), patrones de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), lenguaje de programación C# y manejador de base de datos SqlServer.

Los sistemas Informáticos del laboratorios clínicos son indispensables y fundamentales para garantizar la veracidad, consistencia y confiabilidad en el procesamiento de datos de laboratorio.

Palabras claves: Sistemas de información. Infomática en el Laboratorio clínico. Examen clínico.

ABSTRACT

The objective of this research project is to demonstrate the role of the laboratory information systems clinical trial conducted by teachers of the Department of Systems and Computer Technology of Universidad Privada del Valle, in health.

The researchers of this project assume that teachers should be inclusive in accordance with the scientific and technological progress in response to social needs; actions that are in line with the institutional mission and vision of the university.

The Department of Systems and Computer Technology has been carrying out sustainable activities of research and social interaction in different areas, with a strong impact in health, to respond to the needs of the municipality of fencing and Tiquipaya population.

For the activity of social interaction in multidisciplinary teams by the Faculty of Health Sciences and the Department of Systems and TI, (addressed to "determine the prevalence of intestinal parasites in children under the age of 12 years, the Nursery Infant Jesus of Prague from the town of Tiquipaya, during the II/2015"), the development of the clinical laboratory computer system with the purpose of registering and processing all information coproparasitologica, until the release of the final report, critical to the success of the activity and decision-making of preventive and corrective measures determined by the team of researchers in the area of health.

As a methodology of development of the computer system, clinical laboratory was used Rational Unified Process (RUP), Unified Modeling Language (UML), Design Patterns Model View Controller (MVC), C# programming language, and manager of the SqlServer database.

The computer systems of clinical laboratories are indispensable and fundamental for ensuring the accuracy, consistency, and reliability in data processing in the laboratory.

Keywords. *Information systems. Computing in the clinical laboratory. Clinical examination.*

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la informática juega un rol fundamental en todos los ámbitos: educación, negocios, cuidados de la salud y otros. El recurso informático es una realidad y una necesidad impuesta por el desarrollo tecnológico de la sociedad.

Uno de los pilares fundamentales para el fortalecimiento de los sistemas en el área de la salud son los sistemas de información, porque enfatizan la importancia de contar con información válida, confiable y oportuna que dan sustento a la toma de decisiones de los profesionales de salud.

Sistemas de Información de Laboratorios clínicos

El sistema de información de laboratorio es un conjunto de hardware y software que da soporte a la actividad de un laboratorio clínico (1).

El desarrollo de los sistemas de información en el ámbito de los laboratorios clínicos ha supuesto un gran impacto en todos los aspectos, desde sistemas informáticos que procesan información y emiten resultados, hasta analizadores automáticos a través de robots.

Junto con el aspecto asistencial, los sistemas de información de laboratorios clínicos deben incorporar herramientas de gestión y comunicación (aprovisionamiento y gestión de almacenaje de la información), tanto a nivel de gestión como a nivel científico y epidemiológico (2).

Existen sistemas que gestionan todas las fases del proceso de laboratorio, se integran e interaccionan con el resto de los sistemas de información, tanto clínicos como de gestión.

Al respecto, la CEPAL (2) ha elaborado el "Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud, Capítulo IV: Sistemas de información del laboratorio clínico", en el que se manifiesta que los Sistemas de Información de Laboratorios (SIL) son un pilar fundamental e indispensable en todas las actividades de un laboratorio clínico; asimismo, afirman que la evolución de los SIL en los últimos años, unida al desarrollo de los grandes autoanalizadores y la robótica, ha posibilitado un aumento extraordinario de la capacidad y eficiencia de los laboratorios con elevados niveles de calidad.

Objetivo General

Desarrollar un sistema informático de laboratorio clínico SIC para determinar el índice de enteroparasitosis en niños menores a 12 años que asisten a la Guardería Niño Jesús de Praga del Municipio de Tiquipaya, Departamento de Cochabamba, en la gestión II/2015.

Objetivos Específicos

- Elaborar un sistema informático para el procesamiento de datos de laboratorio en el área de parasitología.
- Determinar el flujo de información de laboratorio y el aporte del SIC en el procesamiento de datos.

Los SIL apoyan en todas las fases del procesamiento de datos de un laboratorio: preanalítico, analítico y postanalítico.

La fase preanalítica contempla toda la información previa al análisis de las muestras de laboratorio (solicitud, cita, obtención de muestras, preparación, transporte, fraccionamiento y distribución). La fase analítica se refiere al procesamiento, gestión de equipos y rutas, control de calidad y validación técnica; y la fase postanalítica consiste en la validación clínica, edición de informes, distribución y archivo de muestras.

Los SIL, con todas sus peculiaridades, deben integrarse con el conjunto de sistemas de información asistencial (parasitología, microbiología, genética, etc.), potenciando aún más su utilidad.

Características generales del Sistema de Información Coproparasitológico (SIC)

El SIC desarrollado es un sistema de información de laboratorio clínico que registra y procesa información y emite resultados de exámenes coproparasitológicos.

Sistema de información SIC y el Flujo de información de laboratorio

El flujo de información del laboratorio clínico en el presente proyecto (figura N°1) inicia con la toma de muestras y procesamiento de muestras en laboratorio por el equipo de investigadores del área de la salud, se prosigue con el registro de datos del examen coproparasitológico de los pacientes en el SIC, se procesa la información y finalmente se emite el informe de resultados del paciente.



Fuente: Elaboración propia, noviembre 2017

Durante todo el proceso de la investigación ocurren una serie de fases o subprocesos, los cuales son visualizados en la figura N°2.

Figura N°2. Secuencia de las fases del laboratorio clínico en el área de parasitología: preanalítica, analítica y postanalítica



Fuente: Elaboración propia, noviembre 2017

A continuación, se describe la aportación del SIC en cada una de estas fases.

• Fase preanalítica

La fase preanalítica es la secuencia de acontecimientos que tienen lugar antes que la muestra sea sometida al proceso de análisis clínico. Actualmente, se considera la fase más crítica del proceso, ya que en ella es donde se produce un mayor número de errores (recolección y conservación, entre otros).

• Formulario de registro de datos

Para evitar y/o minimizar errores de transcripción de datos en el SIC, se ha elaborado el formulario de registro de datos base, con formato y distribución de datos similar (excepto los datos que son procesados por el SIC) al formato de la pantalla de captura de datos del SIC (figura N°3).

Figura N°3. Formulario de registro de datos



EXAMEN COPROPARASITOLÓGICO UNIVALLE 2015




DATOS PERSONALES

Código: Modulo: Bambi 2 Bambi 3 Prekinder Kinder Fecha procesamiento: ____/11/2015

Apellido Paterno:	Apellido Materno:	Nombres:	Edad:	Sexo: <input type="radio"/> Masculino <input type="radio"/> Femenino
-------------------	-------------------	----------	-------	---

EXAMEN MACROSCÓPICO

Consistencia: Líquida Semilíquida Pastosa Dura

PH: _____

Moco: Presencia Ausencia

Restos alimenticios: Presencia Ausencia

Otros: _____

EXAMEN MICROSCÓPICO

Protozoarios:

1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> ▫ Quistes <ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Entamoeba histolytica</i> ▫ <i>Entamoeba coli</i> ▫ <i>Giardia lamblia</i> ▫ Trofozoitos <ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Blastocystis hominis</i> ▫ <i>Chilomastix mesnilli</i> ▫ <i>Yodoameba butschlii</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Quistes <ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Entamoeba histolytica</i> ▫ <i>Entamoeba coli</i> ▫ <i>Giardia lamblia</i> ▫ Trofozoitos <ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Blastocystis hominis</i> ▫ <i>Chilomastix mesnilli</i> ▫ <i>Yodoameba butschlii</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Quistes <ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Entamoeba histolytica</i> ▫ <i>Entamoeba coli</i> ▫ <i>Giardia lamblia</i> ▫ Trofozoitos <ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Blastocystis hominis</i> ▫ <i>Chilomastix mesnilli</i> ▫ <i>Yodoameba butschlii</i>

Helmintos:

1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Enterobius vermicularis</i> ▫ <i>Ascaris lumbricoides</i> ▫ <i>Trichuris trichiura</i> ▫ <i>Uncinarias</i> ▫ <i>Taenia sp</i> ▫ <i>Hymenolepsis nana</i> ▫ <i>Hymenolepsis diminuta</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Enterobius vermicularis</i> ▫ <i>Ascaris lumbricoides</i> ▫ <i>Trichuris trichiura</i> ▫ <i>Uncinarias</i> ▫ <i>Taenia sp</i> ▫ <i>Hymenolepsis nana</i> ▫ <i>Hymenolepsis diminuta</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>Enterobius vermicularis</i> ▫ <i>Ascaris lumbricoides</i> ▫ <i>Trichuris trichiura</i> ▫ <i>Uncinarias</i> ▫ <i>Taenia sp</i> ▫ <i>Hymenolepsis nana</i> ▫ <i>Hymenolepsis diminuta</i>

Otros: _____

“Construyendo un país saludable...”

Procesamiento informático: Departamento de Sistemas ISI-UNIVALLE

Cochabamba, Noviembre del 2015

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2017

Este formulario está organizado de la siguiente manera:

a) **Datos personales del paciente:** son los que identifican inequívocamente al paciente. Los datos son código o número del paciente, fecha de procesamiento de la muestra en laboratorio, nombre completo del paciente, edad y sexo.

b) **Examen macroscópico y microscópico:** Son datos que son procesados en laboratorio (Macroscópico: Consistencia, PH, presencia o ausencia de Moco fecal y restos alimenticios, así como algunas observaciones; Microscópico: presencia o ausencia de protozoarios y/o helmintos), por el equipo de investigadores (docentes y estudiantes) de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Privada del Valle.

• **Muestra coproparasitológico**

La obtención de muestras es otro de los momentos críticos del proceso, ya que -si el paciente no está en las condiciones adecuadas- las muestras no son las indicadas, no están tratadas del modo requerido o se produce algún problema de identificación, los resultados de los análisis son seriamente afectados.

Citado el paciente bajo las condiciones previas al análisis de laboratorio, el equipo de trabajo de investigación de Ciencias de la Salud acudió al lugar de la recepción de muestras coproparasitológicas en los ambientes de la guardería Niño Jesús de Praga en el municipio de Tiquipaya.

Obtenidas las correspondientes muestras, se etiqueta el Formulario preimpreso (figura N°3), con un número único de identificación por paciente y los datos correspondientes.

• Fase analítica

Esta fase contempla las pruebas o estudios de laboratorio a realizar, especificando el tipo de muestra.

En el presente estudio coproparasitológico, se realizó el examen macroscópico y microscópico de las muestras.

El registro de los resultados emitidos por el laboratorio fue efectuado en formularios preimpresos (figuran N°3), diseñado por el equipo de investigadores en función a las características del análisis coproparasitológico, congruentes con el objetivo de la presente investigación.

Figura N°4. Pantalla de registro de datos

EXAMEN COPROPARASITOLÓGICO

Datos Personales:

CÓDIGO: Módulo: Fecha de Procesamiento: martes , 10 de noviembre de 2015

Apellido Paterno: Apellido Materno: SEXO: Masculino Femenino

Nombres: Edad:

Examen Macroscópico:

Consistencia: PH: Moco: Restos Alimenticios: Otros:

Examen Microscópico:

Protozoarios: Tipo (1) Protozoarios (1) Helminths: Helminths (1)

Tipo (2) Protozoarios (2) Helminths (2)

Tipo (3) Protozoarios (3) Helminths (3)

Otros:

NUEVO GUARDAR IMPRIMIR SALIR

Derechos reservados Departamento de Sistemas 2015 - UNIVALLE

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2017

• **Validación técnica**

Para evitar errores de transcripción en el SIC, el sistema emite automáticamente avisos al usuario mediante mensajes de alerta, informando que los datos que está introduciendo pueden ser erróneos por incoherencia de tipo y/o intervalo de datos, así como el registro de datos a través de la selección de datos organizados y distribuidos en listas predefinidas, asegurando que los datos sean registrados con precisión.

• **Revisión y detección de inconsistencias**

Una vez que el SIC emite el informe del examen coproparasitológico por paciente (figura N°5), los responsables del equipo de profesionales de Ciencias de la Salud revisan los resultados emitidos por el SIC antes de entregar al paciente, ya que podrían contener errores externos al sistema en cualquiera de los elementos que intervienen en la realización de la prueba (muestras, materiales, reactivos, calibradores, instrumentos o personal, entre otros).

El SIC facilita este proceso generando avisos basados en reglas de validación de datos tomando en cuenta la información mencionada.

Figura N°5. Informe emitido al paciente



UNIVALLE

2015

Facultades
Ciencias de la Salud
Informática y Electrónica

Carreras:
Bioquímica y Farmacia
Medicina
Ingeniería de Sistemas

INFORME DE RESULTADOS

"Construyendo un país saludable ..."



DATOS PERSONALES

Código: Modulo: Fecha: / /

Apellido Paterno:	Apellido Materno:	Nombres:	Edad:	Sexo:
-------------------	-------------------	----------	-------	-------

EXAMEN MACROSCÓPICO

Consistencia: _____

PH: _____

Moco: _____

Restos alimenticios: _____

Otros: _____

EXAMEN MICROSCÓPICO

Protozoarios:

Quistes	Trofozoitos
---------	-------------

Helmintos:

Otros: _____

"Construyendo un país saludable ..."

La importancia de la informática reside en la facilitación del procesamiento de la información a través de Sistemas de Información que almacenan, procesan y transmiten información.

MÉTODOS Y HERRAMIENTAS

Para desarrollar el sistema se utilizó la metodología Rational Unified Process (RUP), por ser iterativo e incremental y proporciona un enfoque disciplinado e implementa las mejores prácticas de la ingeniería de software.

Para visualizar, especificar y documentar las partes que comprende el desarrollo del sistema, se utilizó Unified Modeling Language (UML) (3).

En el desarrollo del proyecto, se utilizó el patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC).

El lenguaje de programación utilizado fue C#, y como manejador de base de datos SqlServer (4) (5).

RESULTADOS

1) Del sistema SIC

El sistema SIC desarrollado, permitió:

- Que los usuarios del sistema se adapten con facilidad al uso y entorno del sistema, debido a que la interface fue desarrollada de forma amigable y similar al formulario base preimpreso de registro de datos.
- Minimizar el tiempo de registro de datos gracias a la aplicabilidad de recursos y objetos del lenguaje C# dirigidas a la selección de datos en base a listas desplegables predefinidas y otros, minimizando la transcripción de la información.
- Que la información se registre libre de errores, debido a los controles de validación técnica realizada por el sistema, congruentes con las normativas de calidad de la ingeniería de software y al uso de recursos del lenguaje C#.
- Que el procesamiento de la información coparásitológico de los pacientes sea válida, confiable y oportuna desde el registro de datos hasta la emisión del informe final, apoyando a la toma de decisiones del equipo de investigadores del área de la salud.

2) Del estudio parasitológico

En función a la información almacenada en las bases

de datos del sistema SIC, se realizó el análisis de la muestra poblacional en estudio (256 muestras procesadas) respecto a la prevalencia de parasitosis, obteniendo los siguientes resultados:

- 62% de los niños estaban parasitados por una o más especies comensales y/o patógenos.
- 53% de los niños estaban parasitados por el protozoo *Blastocystis hominis* y un solo caso por *helminto Enterobius vermicularis*.
- Casi la mitad de los niños de 4 a 7 años presentaron *Blastocystis hominis*.
- Helmintos como *Hymenolepis nana* y *Enterobius vermicularis* se presentaron solo en niños mayores a 4 años.
- El 97% de los niños presentaron una o más especies de protozoos comensales y sólo el 12 % presentó helmintos. Los Poliparasitados fue del 1 %, y 53 % mono-parasitados.

En general, se concluye que más de la mitad de los niños que asisten a dicha guardería sufren de algún tipo de enteroparasitosis, situación que podría afectar su desarrollo.

DISCUSIÓN

Actualmente los sistemas de información de laboratorios son imprescindibles y fundamentales en el procesamiento de datos de laboratorio de los pacientes, sistemas que deben aportar soluciones robustas, fiables y flexibles en el trabajo diario de laboratorios clínicos, como lo es el sistema desarrollado SIC en el área de parasitología, congruente con sistemas de información como OpenLab y LabWare entre otros.

OpenLab (Open for Labs GISS) (6) es un sistema de información que ofrece un soporte integral a los procesos de gestión de laboratorios clínicos de diagnóstico, que permite unificar las fases preanalítica y postanalítica del proceso, a la vez que flexibiliza la fase analítica de las diferentes disciplinas que configuran un entorno de laboratorio. Este sistema fue diseñado por la agencia de marketing y Tecnología DigitasLBI de Nexus IT-España, lanzado el año 2000.

La organización LabWare (7), con sede central en Wilmington, Delaware (Estados Unidos), desarrolló el

sistema de información de laboratorio LabWare-LIMS. Una de las funcionalidades del sistema es la generación de reportes de diagnóstico plenamente integrados con la flexibilidad para gestionar las diversas necesidades entre una variedad de departamentos de laboratorio patológico, como química, hematología, uroanálisis, coagulación, virología, inmunología, serología, microbiología, biología molecular, citogenética, citometría de flujo, anatomía patológica, citología y toxicología.

Estos sistemas son ejemplos que demuestran que los sistemas de información de laboratorios clínicos garantizan que el procesamiento de datos de los pacientes se realice de forma eficiente, eficaz y libre de errores.

CONCLUSIONES

El sistema de laboratorio clínico SIC desarrollado es un ejemplo de la aplicabilidad de la informática al área de laboratorio clínico como la parasitología, microbiología, hematología, etc.

El SIC permitió registrar y validar toda la información pertinente de los pacientes en el área de parasitología, evitando así la pérdida de información y guardando de forma cronológica resultados coproparasitológicos de los pacientes para consultas posteriores y procesando toda la información hasta la emisión del informe final.

Los sistemas informáticos de laboratorios clínicos son indispensables y fundamentales para garantizar la veracidad, consistencia y confiabilidad en el procesamiento de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López Urrutia, A. El laboratorio general: mecanización y gestión. [Internet] 2004 [Consultado el 10 de octubre de 2017.] Disponible en: <http://www.conganat.org/seis/informes/2004/PDF/CAPITULO5.pdf>
2. López Urrutia, A. Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud-CEPAL. [Internet] 2012 [Consultado el 10 de octubre de 2017.] Disponible en: http://www.seis.es/documentos/informes/secciones/adjunto1/04_Sistemas_de_informacion_del_laboratorio_clinico.pdf
3. Larman, C. UML y patrones: una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado. Ed. N° 2. 8420534382, 9788420534381. s.l.: Pearson Educación; 2003,
4. Silberschatz A. y Korth H. Principios de bases de datos., 5° Ed. 8448156714. s.l.: McGraw-Hil; 2007
5. Rod S. Diseño de bases de datos. 9788441525788. s.l.: Anaya Multimedia, 2009.
6. NEXUS-IT. Openlab, el sistema de información de los laboratorios clínicos de hoy y del futuro. [Internet] 2017. [Consultado el 1 de noviembre de 2017] <http://www.nexus-it.es/soluciones/openlab/>
7. LABWARE. Sistema de información de laboratorio. [Internet] 2017. [Consultado el 1 de noviembre de 2017] Disponible en:

Derechos de Autor © 2017 Magaly Gómez Ugarte; David Escalera Cruz; Gastón Silva Sánchez.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir –copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato –y Adaptar el documento –remezclar, transformar y crear a partir del material –para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución — Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.