

Sistema informático para la evaluación del control externo de la calidad en laboratorios clínicos (PRICECLAB)

Computer system for the evaluation of external quality control in clinical laboratories (PRICECLAB)

Yoan Carlos Trujillo Valdés¹✉, Ivette González Fajardo², Elena Mercedes Figueroa Cabrera³

¹DESOFIT. Pinar del Río, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de Pinar del Río. Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Dr. León Cuervo Rubio". Pinar del Río, Cuba.

³Universidad de Ciencias Médicas de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba

Recibido: 10 de agosto de 2019

Aceptado: 3 de marzo de 2020

Publicado: 6 de abril de 2020

Citar como: Trujillo Valdés YC, González Fajardo I, Figueroa Cabrera EM, Sistema informático para la evaluación del control externo de la calidad en laboratorios clínicos (PRICECLAB). Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2020 [citado: fecha de acceso]; 24(2): e4200. Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/4200>

RESUMEN

Introducción: las tecnologías de la información favorecen la calidad, seguridad, eficiencia y productividad de los servicios de salud. Su utilización en los laboratorios clínicos modernos es una necesidad actual debido a una creciente solicitud de exámenes, nuevas prestaciones y mayores exigencias en términos de la calidad de los mismos.

Objetivo: desarrollar un sistema informático que contribuya al perfeccionamiento del proceso de evaluación del control externo de la calidad para Laboratorios Clínicos en Pinar del Río.

Métodos: investigación de desarrollo tecnológico que define el proceso de implementación de una aplicación web a partir de la información recopilada como parte de la evaluación externa de la calidad de laboratorios clínicos en unidades del sistema provincial de salud en Pinar del Río. Se definen además las tecnologías empleadas para el diseño e implementación de la aplicación web.

Resultados: el sistema informático ofrece a los laboratorios la posibilidad de completar su esquema de Control Interno con una estimación objetiva de la calidad de sus procedimientos de medida. El sistema permite estimar la variabilidad interlaboratorio, así como comparar y evaluar métodos, de manera que se logre demostrar el desempeño del laboratorio y orientar sobre posibles causas de error.

Conclusiones: el sistema informático resultado de la investigación favorece la toma de decisiones, así como, la mejora de los estándares de calidad en el proceso de control externo de los laboratorios clínicos mediante el uso de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones, como parte de la Política de informatización del país.

Palabras clave: Informatización; Calidad; Laboratorio Clínico; Gestión De La Información.

ABSTRACT

Introduction: Information Technologies favour the quality, safety, efficiency and productivity of health services. Its use in modern clinical laboratories is a current need due to a growing demand for examinations, new services and greater demands in terms of their quality.

Objective: to develop a computer system that contributes to the improvement of the external quality control evaluation process for Clinical Laboratories in Pinar del Río.

method: technological development research that defines the implementation process of a web application based on the information gathered as part of the external quality evaluation of clinical laboratories in units of the provincial health system in Pinar del Río. The technologies used for the design and implementation of the web application are also defined.

Results: the computer system offers laboratories the possibility of completing their Internal Control scheme with an objective estimation of the quality of their measurement procedures. The system allows to estimate the interlaboratory variability, as well as to compare and evaluate methods, in order to demonstrate the performance of the laboratory and to guide on possible causes of error.

Conclusions: the computer system resulting from the research favors decision making, as well as the improvement of quality standards in the process of external control of clinical laboratories through the use of Information Technology and Communications, as part of the country's computerization policy.

Keywords: Information; Quality; Clinical Laboratory; Information Management.

INTRODUCCIÓN

Las ciencias médicas son una de las esferas cuya proyección actual se ha ido orientando a la vinculación sistemática, continua y progresiva de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), como una vía económica y viable para aumentar la calidad de los servicios prestados en las instituciones de salud.⁽¹⁾

La introducción y uso de estas tecnologías en los sistemas de salud, está destinada a mejorar la efectividad y eficiencia del sector, dirigido a una mejor atención de los pacientes, la realización de estudios y la toma de decisiones de la administración y la dirección y constituye uno de los objetivos de las políticas públicas actuales,⁽²⁾ motivo por el cual el Ministerio de Salud Pública cubano ha definido a la informatización de los servicios de salud como una de sus prioridades.

La provincia de Pinar del Río como parte de esta estrategia avanza en el proyecto de informatización de todas las unidades asistenciales, las unidades del sector poseen Internet en su mayoría, una plataforma para la búsqueda de información en beneficio de la calidad de los servicios que se brindan en hospitales y policlínicos de Pinar del Río. En tres centros asistenciales se encuentra en funcionamiento el sistema GalenClínica, una herramienta que permite procesar de forma digital las historias clínicas de los pacientes, en aras de modernizar, agilizar y mejorar la atención de salud.⁽³⁾

En todo este proceso, el servicio de Laboratorio Clínico del Hospital Clínico Quirúrgico Docente "Dr. León Cuervo Rubio" de Pinar del Río, el cual es la Unidad Rectora del Programa de Evaluación Externa de la Calidad en química clínica en la provincia, se ha propuesto la informatización de sus principales procesos buscando lograr una completa virtualización de los servicios que ofrece.

La evaluación externa de la calidad (EEC) involucra a varios laboratorios, analizando la misma muestra de control. Esto le permite a un laboratorio individual comparar su desempeño con el del resto del grupo. Es particularmente útil para estimar el sesgo o inexactitud de un procedimiento de medida, y asegurar la transferencia de procedimientos y resultados entre laboratorios. Además, permite detectar fallas de equipos, problemas de reactivos y revelar dificultades y deficiencias de procedimientos analíticos que sólo se manifiestan durante su uso extensivo y a largo plazo. Fortalezas estas que permiten evaluar y poner en práctica las medidas correctivas correspondientes en tiempo y forma.⁽⁴⁾

En este sentido, estudios realizados por profesionales de la provincia en Pinar del Río, particularmente en el de González Fajardo⁽⁴⁾ demuestran que aún se carece de herramientas tecnológicas con enfoque científico y contextualizado, que respalden la confiabilidad en los servicios prestados por el Laboratorio Clínico a la población y que a su vez establezca relaciones entre los diferentes niveles de atención, teniendo en cuenta la integración de criterios clínicos, epidemiológicos, psicológicos, socio demográficos y funcionales que permita accionar desde el nivel de atención primaria de salud para prevenir posibles eventos que disminuyan la calidad desde una perspectiva más amplia.

Es importante destacar que los requerimientos necesarios para realizar el proceso de EEC genera grandes volúmenes de información ya que este es realizado mensualmente en todas las unidades del sistema provincial de salud en Pinar del Río y actualmente estos informes de evaluación se llenan de forma manual o en documentos Excel, haciendo evidente la falta de métodos que apoyen la integración y resguardo de los datos. Procesar toda la información de forma manual, ha llegado a provocar consiguientes problemas de pérdida o deterioro de información, procesamiento de datos incorrectos, posibles errores en los registros almacenados. Es interés de la Unidad Rectora del Programa de EEC en Pinar del Río Laboratorio Clínico Central Hospital "Dr. León Cuervo Rubio", tener información legible, detallada y útil como fuente de estudio y análisis, en aras de reducir los tiempos de entrega de informaciones asociadas al Control Externo de la Calidad (CEC), garantizando un mejor control de este proceso en las unidades de salud, permitiendo evaluar el desempeño de sus laboratorios clínicos y la posibilidad de estimar la variabilidad interlaboratorio para reorientar sobre posibles causas de error.

Lo anteriormente expuesto conduce a plantear como problema científico, ¿cómo contribuir al perfeccionamiento del proceso de evaluación del control externo de la calidad para Laboratorios Clínicos en Pinar del Río? La novedad científica se fundamenta en la implementación de un sistema informático que asegura la aplicación y evaluación control externo de la calidad para Laboratorios Clínicos, que toma como base los componentes, relaciones y principios del modelo de CEC y las nuevas tecnologías, de manera que los resultados y conclusiones den respuesta a la problemática planteada.

De esta forma el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un sistema informático que contribuya al perfeccionamiento del proceso de evaluación del control externo de la calidad para Laboratorios Clínicos en Pinar del Río.

MÉTODOS

Se realizó una investigación de desarrollo tecnológico. Para alcanzar los resultados del proyecto se emplearon métodos teóricos y empíricos entre los cuales se encuentran: histórico-lógico, analítico-sintético, inductivo-deductivo, entrevista y análisis documental para realizar un profundo análisis acerca del Control externo de la calidad, los métodos utilizados y los elementos que componen el mismo. Se partió de la búsqueda y consulta de bibliografías relacionadas con el proceso de EEC, así como la recopilación de información de trabajos

precedentes, información obtenida del Grupo Provincial de Laboratorio Clínico y de encuestas no formales realizadas a especialistas del sector.

El método de modelación se utilizó para modelar la información del informe de la evaluación emitida por los laboratorios, desde un modelo lógico de datos hasta llegar a conformar el modelo físico en la base de datos y el sistema en general. En el análisis de la bibliografía, se incluyen textos, publicaciones seriadas y no seriadas, artículos científicos relacionados con el tema, tesis y fichas de trabajos, todo lo cual permitió estudiar, en la bibliografía disponible en diferentes soportes, el objeto de estudio y sustentar criterios y valoraciones emitidas.

Se realizó un estudio detallado de las herramientas y tecnologías a emplear, en cada caso se expone la herramienta o tecnología seleccionada para el diseño de la arquitectura cliente y el desarrollo de la aplicación web **PRICECLAB** (**C**ontrol **E**xterno de la **C**alidad para **L**aboratorios **C**línicos en **P**inar del **R**ío).

Metodología de desarrollo de software: se utilizó la metodología de desarrollo ágil Programación Extrema (Extreme Programming (XP)), basados en las características que posee la misma. Consiste básicamente en ajustarse estrictamente a una serie de reglas que se centran en las necesidades del cliente para lograr un producto de buena calidad en poco tiempo, centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito del desarrollo de software.⁽⁵⁾

Framework de desarrollo: se utilizó el framework Laravel, que permite el uso de una sintaxis refinada y expresiva para crear código de forma sencilla y permitiendo multitud de funcionalidades.⁽⁶⁾

Lenguajes de Programación: se emplearon para el desarrollo de la aplicación web los lenguajes de programación JavaScript, HTML y CSS. JavaScript es el lenguaje interpretado que se utiliza en millones de páginas web y aplicaciones de servidor en todo el mundo,⁽⁷⁾ es un lenguaje de programación dinámico que soporta construcción de objetos basado en prototipos. HTML es el lenguaje de estructura de las páginas web y CSS es un lenguaje de hojas de estilos creado para controlar el aspecto o presentación.

RESULTADOS

Como resultado de la investigación se obtuvo una aplicación web con diseño amigable y funcional (Fig. 1), que contribuye al perfeccionamiento del proceso de evaluación del control externo de la calidad para laboratorios clínicos, permitiendo gestionar la información correspondiente a los mismos de los centros de salud provinciales para evaluar de forma sistemática el comportamiento de la calidad de los mismos mediante un sistema de evaluación externa.



Fig. 1 Interfaz principal de la aplicación web.

En la aplicación web PRICECLAB se manejan conceptos fundamentales que constituyen la esencia del resultado obtenido, ellos son:

Material de Control: Suero humano liofilizado, con concentraciones y actividad en el intervalo normal o patológico, útil para controlar la exactitud y precisión de las técnicas tanto manuales como automatizadas. Se especifican: Lote, Volumen a restituir, Código de envío, etc.

Unidad Participante: Laboratorio clínico perteneciente a instituciones de salud de la provincia, las cuales tiene un Código numérico privado, mediante el cual se reconoce en el sistema.

Nivel de atención médica: conjunto de servicios que se proporcionan al individuo, con el fin de promover, proteger y restaurar su salud. Pueden ser clasificadas en Primaria, Secundaria o Terciarias.

Tipo de laboratorio: clasificación de un laboratorio clínico, existen dos clasificaciones: central y urgencias. En el caso del laboratorio de urgencia, este puede estar en función de las especialidades que dentro del sistema de salud son clasificadas como urgencias (Terapia Intensiva, Cuerpo de Guardia, Neonatología y Ginecología).

Determinaciones (Analito): es un componente (elemento, compuesto o ion) de interés analítico de una muestra. Es una especie química cuya presencia o contenido se desea conocer, identificable y cuantificable, mediante un proceso de medición química a través del suero control.

Método: procedimiento concreto que se emplea, de acuerdo con el objeto y con los fines de la investigación, para propiciar resultados coherentes. Es una serie de pasos sucesivos que conducen a una meta. En este caso, el método y su lote específico son los que guían la evaluación de los analitos en el laboratorio.

La aplicación web permite gestionar la información de los laboratorios clínicos de las unidades asistenciales de salud en cuanto a los analitos que son objeto de evaluación, así como, almacenar información legible, detallada y útil como fuente de estudio y análisis futuros que son de gran utilidad para el personal del Grupo Provincial de Laboratorio Clínico en Pinar del Río.

Las principales funcionalidades del sistema son las siguientes: Gestionar unidad de salud, Gestionar laboratorio, Gestionar Determinación, Gestionar Método, Gestionar especialista de calidad, Cerrar periodo de registro de laboratorios, Evaluar laboratorios, Calcular mediante estadística robusta: media, desviación estándar, incertidumbre asociada a la estimación del valor asignado, coeficiente de variación, error relativo, Índice de desvío estándar "IDE" (Z-score) por determinación, Reportar emisión mensual, Graficar estado de analitos por laboratorio.

En los Centro de Salud pertenecientes a cada provincia y sus municipios respectivos realizan mensualmente el control externo de la calidad. Este proceso evaluativo de los laboratorios clínicos por cada analito, constituye la base de la aplicación web obtenida como resultado. Cada centro de salud puede tener uno o varios laboratorios clínicos, de los cuales se registra (Código del laboratorio, responsable de calidad y el tipo de laboratorio). Estos cuentan con equipamiento especializado para los diferentes analitos (Glucosa, Albúmina, Colesterol, etc.), cada analito se realiza dependiendo de un método y en dependencia de este método será la unidad de medida, también se especifica el lote a evaluar en un determinado periodo de

tiempo. Al culminar la evaluación se emite un reporte mensual de la provincia con la información registrada y la valoración emitida para cada laboratorio, lo cual permite controlar la calidad de los mismos. El resultado de la implementación de la evaluación del laboratorio por analito en la aplicación web. (Fig. 2)

Laboratorio	Analito	Valor	Unidad de Medición	Lote	Año y mes
Colateral				2106	Enero, 2019
Triglicéridos		4.85		2106	Enero, 2019
Glucosa		2.25		2106	Enero, 2019
Acido Úrico		578.1		2106	Enero, 2019
Creatinina		341.8		2106	Enero, 2019
Urea		21.04		2106	Enero, 2019
AST		120		2106	Enero, 2019
ALT		737		2106	Enero, 2019
Albumina		37.4		2106	Enero, 2019
Aerólase		156		2106	Enero, 2019
Fosfatasa alcalina		387		2106	Enero, 2019

Fig. 2 Interfaz Reportar emisión mensual.

Otro elemento sustancial en el sistema lo constituyen los reportes gráficos, los cuáles visualizan la información relevante de una forma sencilla y amena que permite a los especialistas entender de mejor forma los registros históricos emitidos mensualmente. (Fig. 3)



Fig. 3 Interfaz Reportar valor min y máx por analito.

Para la implementación del sistema web para el servicio quirúrgico se emplearon las facilidades que brinda la arquitectura del framework de desarrollo Laravel 5.8. Laravel es uno de los frameworks de código abierto más fáciles de asimilar para PHP, que fue el lenguaje de programación utilizado en la aplicación.

Este framework utiliza un sistema de plantillas Blade, permite extender plantillas creadas y secciones en otras vistas además de dar acceso a variables y reutilizar código PHP, transforma las consultas SQL a un sistema Modelo-Vista-Controlador, procesando directamente consultas SQL mediante el ORM (Object Relational Model) Eloquent.⁽⁸⁾

En la aplicación implementada los modelos son clases encargadas de trabajar con las consultas de la base de datos, es decir que por cada tabla se tiene una clase, cada registro será un objeto y las consultas se llamarán a través de métodos de esas clases. Por su parte, Eloquent facilitará el trabajo de las consultas a través de métodos ya establecidos, estos permitirán

realizar las tareas más comunes y que más se repiten en una base de datos como insertar, recuperar registros por su id, modificar esos registros, listarlos, eliminarlos, etc.

Las vistas son el producto final de una petición, el código HTML que se le devuelve al cliente, se encarga de entregar el código HTML de respuesta, mostrando al usuario la información necesaria. Los controladores son clases con métodos que se comunicarán con los modelos para hacer consultas a la base de datos, y con las vistas para devolver una respuesta al cliente. (Fig. 4)

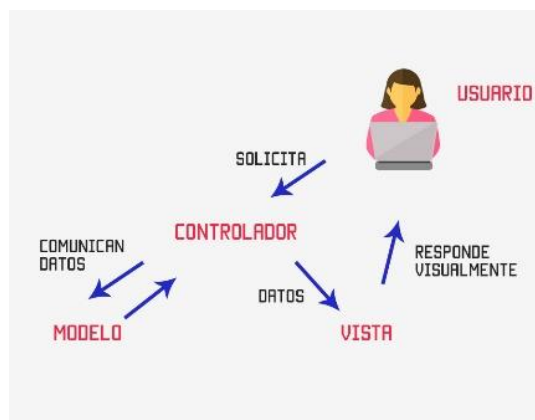


Fig. 4 Arquitectura Modelo Vista Controlador en Laravel

En el caso particular de la presente investigación, se tiene el controlador para trabajar con los laboratorios, por lo cual tenemos acciones para insertar, modificar, eliminar y listar los mismos. En una de las interfaces del sistema se muestran los laboratorios pertenecientes o asignados a la unidad de salud correspondiente. De otra parte, el método de un modelo representa la tabla de los laboratorios que se pasará a su vista correspondiente, la cual estará lista para mostrar esos registros con código HTML. De esta manera se tiene separado el código en tres partes: consultas a la base de datos, presentación y lógica de la petición.

DISCUSIÓN

Con la informatización de la información del proceso de evaluación del control externo de la calidad en laboratorios clínicos en la provincia de Pinar del Río ha permitido, no sólo a estandarizar los procesos, sino mejorar la oportunidad en la información, la productividad del laboratorio, la calidad de los resultados y muchas veces reducir costos.

Actualmente la automatización de estos procesos de microbiología ha alcanzado un gran desarrollo y métodos anteriormente manuales, como la lectura de hemocultivos, el antibiograma y la siembra de placas, entre otros, se han automatizado, lo que ha liberado horas de personal para ser dedicado a otras actividades, principalmente de gestión y control y ha mejorado la reproducibilidad inter e intralaboratorio.

Existen muchos ejemplos donde la automatización ha permitido en gran medida absorber la demanda, cada vez mayor, del análisis microbiológico de muestras clínicas asociadas con una mayor exigencia en cuanto a calidad y a tiempos de respuesta. La integración de los sistemas automatizados con el LIS (Laboratory Information Systems) y el HIS (Hospital Information System) ha permitido el intercambio bidireccional de información, que puede ser transmitida desde los equipos al laboratorio, al equipo médico e incluso al propio paciente, además de permitir el trabajo en línea del tecnólogo médico.⁽⁹⁾

En el estudio exploratorio realizado se constató que existen un grupo de herramientas informáticas vinculadas a los laboratorios clínicos con diferentes aplicaciones pero que no se encuentran presente la EEC lo que le confiere mayor relevancia a la aplicación web realizada: Sistema Web de registro y seguimiento de pacientes, elaboración y emisión de análisis efectuados, registros y guía médica, farmacéutica y hospitalaria caso: laboratorio clínico – Adolfo Kolping, tiene como propósito implementar un sistema web para el laboratorio ANALIZATE perteneciente al centro de salud Adolfo Kolping.⁽¹⁰⁾

Sistema de control y gestión de historiales clínicos apoyados en dispositivos móviles caso: Centro Médico La Paz, tiene como objetivo realizar una aplicación móvil de ayuda a la administración de historiales clínicos para el Centro Médico La Paz.⁽¹¹⁾

Sistema de Administración y control de Historiales Clínicos para los consultorios clínicos de la UMSA, tiene por objetivo implementar un sistema de historiales clínicos para estudiantes y docentes de los distintos consultorios de la UMSA.⁽¹²⁾

Sistema de Información Clínico Especializado (SICE). – Maneja la información de análisis clínicos de los pacientes del hospital del niño. Juntamente con otros sistemas ayuda a la administración de la información hospitalaria en el hospital del niño.

Los sistemas mencionados anteriormente aún cuando están vinculados a los laboratorios clínicos se centran en registrar información de análisis a pacientes e historias clínicas, pero no para la evaluación del control externo de la calidad de estos laboratorios. Otros sistemas informáticos son utilizados en la evaluación de la calidad de los laboratorios clínicos pero no para el control externo, como es el caso del Sistema informático del Centro de Inmunoensayo (CIE), donde la información relacionada con el control de la calidad y el funcionamiento de los programas de diagnóstico ha sido almacenada durante más 10 años en un servidor de bases de datos, al que adicionalmente se le ha incorporado la aplicación SAC 2.0 Servidor, que se encarga de la recepción de los mensajes provenientes de las representaciones regionales y de los laboratorios.⁽¹³⁾

La aplicación web implementada recoge, más de 200 campos agrupados en secciones o tablas que se encuentran alojadas en la base de datos que será utilizada en la aplicación. Estos registros contienen información de lo sucedido durante la evaluación realizada a los laboratorios, lo que representa mucha más información que la registrada por los sistemas informáticos anteriores.

Con esta cantidad de información es posible realizar amplios estudios y análisis estadísticos que pueden resultar de la gestión adecuada de la información contenida en el sistema y que actualmente no son posibles. Los laboratorios registrados en el software como parte del Programa de Evaluación Externa de la Calidad serán evaluados con regularidad, por lo que dichas unidades participantes mejorarán su desempeño analítico, con el fin de cumplir con la mejora continua de la calidad en los laboratorios Clínicos de Pinar del Río, de esta manera se podrá emitir un complementario más confiable y eficiente del paciente independientemente de la unidad donde se realice, y se tendrá un registro histórico de la evaluación de dichas unidades.

CONCLUSIONES

Se desarrolló una aplicación web que contribuye al perfeccionamiento del proceso de evaluación del control externo de la calidad para Laboratorios Clínicos en Pinar del Río y favorece la toma de decisiones, así como, la mejora de los estándares de calidad en el proceso de control externo de unidades de salud de la provincia. Este brinda la posibilidad de mejorar

la calidad analítica de los laboratorios mostrando en forma cuantitativa los errores que se cometen en el trabajo de un laboratorio clínico no controlado y por lo tanto actúa como esqueleto que sostiene las actividades de educación continua dirigidas a alcanzar una calidad analítica óptima. La utilización de sistemas informáticos para la evaluación externa de la calidad no deja de ser un elemento importante y trascendental en el proceso de mejora y monitoreo de la calidad de los determinantes o muestras de un laboratorio clínico.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron en igual medida a la realización de la investigación.

Financiación

Los autores declaran que no recibieron ningún tipo de financiación para el desarrollo de la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García Garcés H, Navarro Aguirre L, López Pérez M, Rodríguez Orizondo M. The Information and Communication Technology in health and medical education. EDUMECENTRO [Internet]. 2014 Abr [citado 12/06/2017]; 6(1): [aprox. 12p.]. Disponible en: <http://www.revedumecentro.sld.cu/index.php/edumc/article/view/373/570>
2. Rodríguez Díaz A, García González G, Barthelemy Aguiar K. Informatización en el Sistema Nacional de Salud. Enfoques hacia la dirección en salud. INFODIR [Internet]. 2014 [citado 26/02/2020]; (16): [aprox. 0 p.]. Disponible en: <http://www.revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/8>
3. Pacheco Correa Y, Chiroles Cantera M, Reyes Chirino R, Sisto Díaz A. Digitalización de los anuncios e informes operatorios. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2018 Feb [citado 12/09/2019]; 22(1): [aprox. 7p.]. Disponible en: <http://www.revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/3279>
4. González Fajardo I, Díaz Padilla D, Rodríguez Rodríguez L, Sanabria Negrín JG. Evaluación externa de la calidad en química clínica en Pinar del Río. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2018 Abr [citado 21/09/2019]; 22(2): [aprox. 10p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942018000200010&lng=es
5. Chiroles Cantera M, Pacheco Correa Y, Reyes Chirino R, Sisto Díaz A. Implementación de una aplicación web para el módulo servicio quirúrgico de la aplicación Behique. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2017 Dic [citado 12/09/2019]; 21(6): [aprox. 7p.]. Disponible en: <http://www.revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/3280>
6. Barquero García J. ¿Qué es Laravel? [Internet]. Copyright © Arsys; 2015 [citado 15/09/2015]. Disponible en: <https://www.arsys.es/blog/programacion/que-es-laravel/>
7. JavaScript. [Internet]. Campus MVP; 2017 [citado 12/09/2019]. Disponible en: <https://www.campusmvp.es/recursos/post/los-5-mejores-frameworks-dejavascript-en-2017.aspx>

8. Burbeck S. Application programming in Smalltalk-80: How to use Model- View-Controller (MVC). [Internet]. 2012 [citado 15/09/2019]. Disponible en: http://www.dgp.toronto.edu/~dwigdor/teaching/csc2524/2012_F/papers/mvc.pdf
9. Rhoads D, Novak S, Pantanowitz L. A review of the current state of digital plate reading of cultures in clinical microbiology. J Pathol Inform [Internet]. 2015 [citado 15/09/2019]; 6: [aprox. 23p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4466785/>
10. Llipe M, Adela D. Sistema web de registro y seguimiento de pacientes, elaboración y emisión de análisis efectuados, registros y guía médica, farmacéutica y hospitalaria caso: laboratorio clínico-Adolfo Kolping. [Tesis Doctoral]. La Paz -Bolivia; 2014. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/8177/T.2854.pdf?sequence=1>
11. Centellas Coarite M. Sistema de control y gestión de historiales clínicos apoyado en dispositivos móviles Caso: Centro Médico La Paz [Tesis Doctoral]. La Paz -Bolivia; 2015. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/8729/T.3071.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Lozano Flores, R. Sistema de Administración y Control de Historiales Clínicos para los Consultorios Clínicos de la UMSA [Tesis Doctoral]. La Paz -Bolivia; 2014. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7824/T.2774.pdf?sequence=1>
13. Rego A, Pérez H, López L, Carlos N. Sistema automatizado para la evaluación de la calidad en los laboratorios de diagnóstico con tecnología SUMA. Vaccimonitor [Internet]. 2012 [citado 21/09/2019]; 21(1): [aprox. 6p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-028X2012000100005