



## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina**

### **Practice of microbiology and parasitology mediated by a system of computer laboratory in medical studies**

**Omar Mar Cornelio<sup>1</sup>, Marta Beatriz Cabrera Rubido<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Licenciado en educación. Máster en Informática Aplicada. Asistente. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana. Cuba.

<sup>2</sup> Especialista de primer grado en Pediatría. Máster en Atención Integral al Niño. Instructor. Policlínico Orlando Santana. Mariel. Cuba.

**Recibido:** 28 de octubre de 2015

**Aprobado:** 3 de febrero de 2016

---

#### **RESUMEN**

**Introducción:** la enseñanza de la Microbiología y Parasitología Médica juega un papel fundamental en la carrera de Medicina, donde las tecnologías de la información y las comunicaciones pudieran introducir nuevas formas de materializar el proceso. El aprendizaje electrónico no presencial permite que sean impartidos los contenidos de una carrera utilizando la infraestructura tecnológica disponible.

**Objetivo:** describir una solución a la problemática planteada a partir de la implementación de una estación de trabajo para la visualización de las muestras de

microorganismos integrada a un sistema de laboratorios a distancia.

**Método:** es una investigación aplicada con intervención tecnológica que implementa una arquitectura cliente-servidor donde los usuarios pueden acceder a través de la red a los recursos compartidos visualizándose las muestras disponibles. Posibilita además capturar una imagen o secuencia de imágenes que se estén observando para su estudio posterior.

**Resultados:** las pantallas del sistema facilitan la toma de imágenes durante su funcionamiento, como parte de los resultados obtenidos con el desarrollo del proyecto. Se puede observar la interface gráfica de la aplicación de escritorio al estar conectada al dispositivo que captura las imágenes del microscopio.

**Conclusiones:** se obtuvo una herramienta que permite ampliar la disponibilidad tecnológica, el acceso a muestras de laboratorio de rara manifestación y el intercambio con las personas más capacitadas en el tema de microbiología y parasitología, con un elevado nivel de satisfacción de los estudiantes ante la propuesta del sistema de laboratorios a distancia en la formación profesional de la carrera de Medicina.

**DeCS:** aprendizaje electrónico; microbiología; educación.

---

#### **ABSTRACT**

**Introduction:** the teaching of medical microbiology and parasitology plays a key role in medicine major where the information and communication technologies could introduce new ways to materialize the process. E-learning or computer-mediated learning allows teaching the contents of medicine studies

using the available technological infrastructure.

**Objective:** to describe a problem-solving strategy rose from the implementation of a workstation to visualize the sample of microorganisms using e-learning laboratory system.

**Method:** applicative research with technological intervention that implements a client-server architecture where users can access through the network and sharing the resources to visualize the available samples. It also enables capturing an image or a sequence of images to be observed for their further study.

**Results:** the screens of the system facilitate the capture of images during its functioning, as part of the results obtained with the development of this project. Graphical interface of the desktop application can be observed when it is connected to the device that captures images from the microscope.

**Conclusions:** a tool to expand the technological availability was obtained, along with the access to laboratory samples of rare manifestations and the exchange of opinions with the most qualified people in the field of microbiology and parasitology. Students show a high level of satisfaction with the application of computer-mediated laboratory system during their medical professional training.

**DeCS:** workstation; microbiology; computer-mediated laboratory system.

---

## INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) se presentan cambios en las formas de enseñanza, debido a la posibilidad de eliminar las limitaciones que suponía la distancia física entre el estudiante y el profesor.<sup>1</sup>

En la actualidad es posible gracias al desarrollo de las redes de datos y el acceso a Internet instalado en las diferentes

instituciones, posibilitándose compartir e intercambiar informaciones.<sup>2</sup>

Las posibilidades que brinda Internet son variadas, lo que ha repercutido en la creación e implantación de nuevas formas de educación, entre las que se encuentra la Educación a Distancia, la cual constituye una vía para materializar el proceso docente educativo, permitiendo la obtención de conocimientos a través de materiales de estudio mediante plataformas especializadas.<sup>3</sup>

Entre las ventajas fundamentales de esta forma de enseñanza se encuentran el poder incorporar herramientas como las plataformas o sistemas virtuales, tales como los sistemas de laboratorios a distancia (SLD).<sup>4</sup> Los laboratorios a distancia permiten controlar de forma remota diferentes dispositivos, siendo visualizados los resultados obtenidos, tanto físicos como simulados.<sup>5</sup>

Los experimentos en los SLD son más baratos en términos de tiempo y gasto de materia prima que los laboratorios tradicionales, ya que no precisan de equipamiento técnico en cada una de las infraestructuras docentes, se puede utilizar una estación centralizada conectada vía Internet o intranet.<sup>6</sup> Dentro de las principales ventajas se encuentra la disponibilidad y accesibilidad, siendo posible su utilización desde cualquier localización del planeta.<sup>7</sup>

Aunque son numerosas las ventajas de los SLD como forma de aprendizaje electrónico en la formación a distancia, luego de realizar un estudio de la situación actual de los centros educativos del país se identificó que no existen SLD para la carrera de Medicina, imposibilitando la práctica de Microbiología y Parasitología Médica a Distancia.<sup>8,9</sup>

Partiendo de la problemática mencionada se propone como objetivo de la investigación desarrollar una estación de trabajo que se integre a un sistema de laboratorios a distancia que permita las prácticas de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de Medicina.

---

## MATERIAL Y MÉTODO

Es una investigación aplicada con intervención tecnológica para implementar una arquitectura cliente-servidor que permita a usuarios poder acceder a través de la red a los recursos compartidos, visualizando las muestras disponibles para que permita además capturar una imagen o secuencia de imágenes que se observen en el momento para su estudio posterior.

Se puso en práctica la investigación durante el curso académico 2013-2014, para lo cual se seleccionó un grupo de alumnos de segundo año que cursaba su cuarto semestre. El grupo contaba con 24 estudiantes que recibían la asignatura de Microbiología y Parasitología Médica y se le introdujeron las orientaciones para las prácticas remotas, que consistían en identificar los caracteres morfológicos y estructurales de diversos géneros de protozoarios intestinales.

La solución propuesta se encuentra dividida en dos aplicaciones, una aplicación de escritorio que conformará la estación de trabajo y una aplicación Web que se integrará al SLD. La estación de trabajo contará entre sus funcionalidades con la transmisión de un flujo de video que es la secuencia de imágenes capturada del microscopio, mientras que la aplicación Web se encargará de visualizar el flujo de video transmitido.

Se describe detalladamente cada una de ellas.

**Aplicación de escritorio.** Se encuentra desplegada en la estación de trabajo. Es la encargada de listar que los dispositivos se encuentren conectados y permitir la visualización de uno de ellos. En el dispositivo seleccionado, se visualiza el contenido del microscopio, lo que permite la observación de la muestra que se encuentre colocada en este. Otra de sus funcionalidades es la transmisión por la red del flujo de vídeo que se encuentra emitiendo el dispositivo seleccionado. Además, permite la grabación y captura de imágenes de las muestras colocadas en el microscopio.

**Aplicación Web (SLD).** Consiste en un portal Web con funcionalidades para integrar estaciones de trabajo para el aprendizaje a distancia denominada SLD. Esta se encarga de visualizar los flujos de video que se

encuentran, siendo transmitidos desde el microscopio controlado desde la aplicación de escritorio. Además de permitir capturar y guardar imágenes del flujo de video que se está visualizando.

En su conjunto la solución propuesta permitirá a los estudiantes de las universidades y otros centros educativos del país realizar prácticas a distancia, potenciando el conocimiento en la rama de la microbiología, siendo posible observar el progreso de muestras en tiempo real.

El sistema posee tres actores: "Especialista", "Usuario" y "Administrador", que representan los roles que pueden cumplir los usuarios, posibilitándose los niveles de interacción con las funcionalidades implementadas.

**El actor Especialista.** Interactúa con la aplicación de escritorio, permitiéndole seleccionar de la lista de disponibles la que desea visualizar y transmitir, permitirle capturar imágenes y grabaciones de video, además posibilita las configuraciones de las propiedades de los dispositivos.

**El actor Usuario.** Tiene permitido seleccionar de la lista de dispositivos disponibles, el que desea operar, además de capturar fotogramas y almacenar el mismo en un archivo de su preferencia a través de la aplicación Web.

**El actor Administrador.** Posee los permisos para seleccionar de la lista de dispositivos, el que desea operar, capturar fotogramas y almacenar el mismo en un directorio de su preferencia. Además puede insertar, modificar o eliminar el origen del flujo de video generado por los dispositivos a través de la aplicación Web.

Para el desarrollo del sistema se utilizaron las siguientes tecnologías y herramientas, cumpliendo con el criterio de selección de tributar a la soberanía tecnológica sobre plataforma libre:

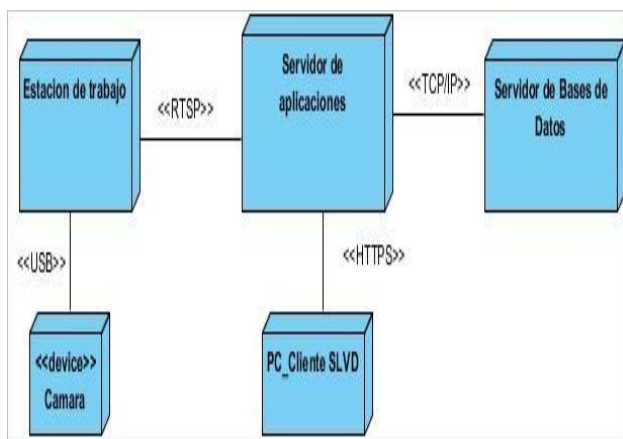
- PostgreSQL (Versión 9.4). Como sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos con características de los mejores sistemas de bases de datos comerciales. PostgreSQL es libre y su código fuente completo está disponible.

- Java. Es un lenguaje orientado a objetos cuya principal característica es ser un lenguaje compilado e interpretado. Al ser multiplataforma permite trasladar la aplicación de una computadora a otra sin importar el sistema operativo, además de ser un lenguaje de código abierto.

- Marco de trabajo Spring. Proporciona un modelo de programación y configuración completa para las aplicaciones empresariales modernas basadas en Java, se centra en la «fontanería» de las aplicaciones empresariales para que los equipos pueden centrarse en la lógica de negocios a nivel de aplicación.

- Liferay Portal. Es un sistema de gestión de contenidos Web que permite la fácil creación de sitios Web, proporcionando mayor responsabilidad y flexibilidad para el desarrollo y mantenimiento de los contenidos, permite diseñar flujos de trabajo asociados a contenidos y documentos para dar agilidad a sus procesos de negocio.<sup>10</sup>

El diagrama de despliegue muestra una representación de los nodos unidos por conexiones de comunicación que evidencian las relaciones físicas entre los componentes hardware y software en el Sistema de Laboratorios a Distancia propuesto (gráfico 1).



**Gráfico 1.** Diagrama de Despliegue

### **Nodos que conforman el diagrama de despliegue:**

- Cámara. Dispositivo físico encargado de emitir flujos de video generado por el microscopio.

- Estación de trabajo. Terminal con acceso a la red en la cual se encuentra desplegada la aplicación de escritorio desarrollada. Por otro lado, la estación de trabajo debe contar con la librería LibVLC en su versión 2.2.0 instalada, la cual es utilizada por la aplicación de escritorio para la transmisión del flujo de video de la cámara haciendo uso del protocolo RTSP.

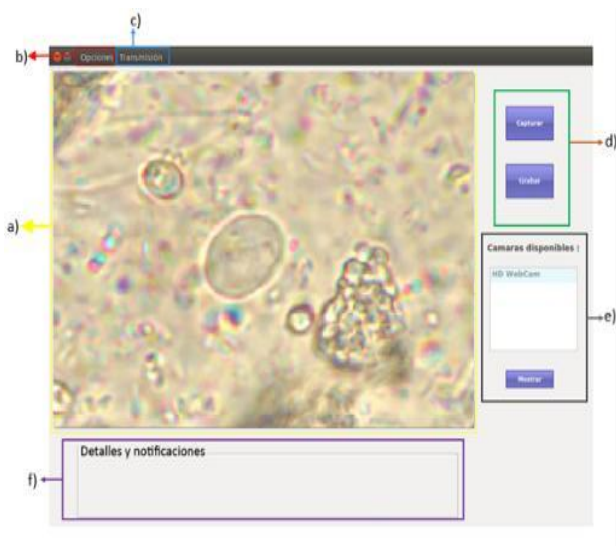
- Servidor de aplicaciones. Terminal con acceso a la red donde se halla alojado el servidor Web Apache Tomcat en su versión 7.0.1, el cual cuenta con el contenedor de aplicaciones Liferay Portal, versión 6.1. En este se encuentra desplegado el funcionamiento de la estación para la microbiología. Además cuenta con un servidor de medias encargado de la recepción y posterior transmisión del flujo de video.

- Servidor de bases de datos. Terminal conectada a la red donde se encuentra el servidor de bases de datos PostgreSQL en su versión 9.4, al cual se accede a través del puerto 5432, haciendo uso del protocolo TCP/IP.

---

## **RESULTADOS**

Las pantallas del sistema son imágenes tomadas durante su funcionamiento, muestran parte de los resultados obtenidos con el desarrollo de la presente investigación. Se observa la interface gráfica de la aplicación de escritorio la cual se encuentra conectada al dispositivo que captura las imágenes del microscopio (gráfico 2).



**Gráfico 2.** Interfaz gráfica de la aplicación de escritorio

A continuación se realiza una descripción de las principales áreas funcionales presentadas en la figura 2, correspondiente a la aplicación de Escritorio.

a) Panel de visualización. Área donde se muestra el flujo de vídeo que es capturado mediante la cámara del microscopio.

b) Opciones de configuración. Área que permite configurar los parámetros de la aplicación como son el protocolo para el intercambio de la información, formato de transmisión de las imágenes mostradas.

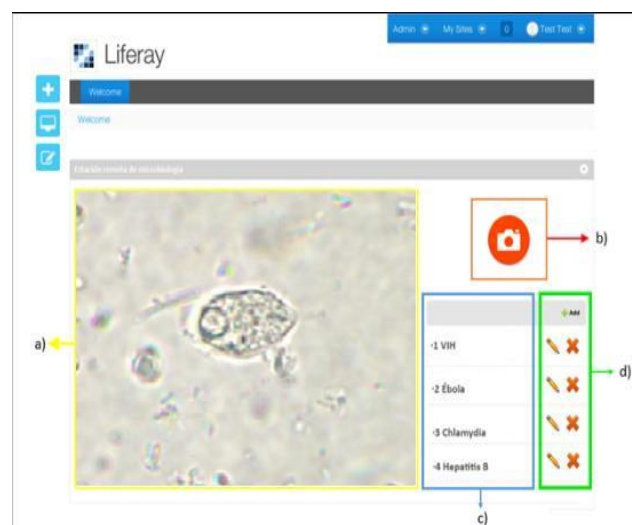
c) Opciones de transmisión. Permite al usuario acceder a las opciones correspondientes con iniciar una transmisión para ser visualizado por los clientes conectados a la plataforma.

d) Opciones de realizar capturas. Permite a los usuarios realizar fotografía o grabaciones de las imágenes que se están mostrando del dispositivo seleccionado.

e) Lista de dispositivos. Muestra la lista de los microscopios disponibles para su utilización. El usuario selecciona la que desea visualizar.

f) Detalles y notificaciones. En esta área se muestran al usuario las notificaciones del sistema, además información adicional sobre la transmisión (puerto y dirección IP por el que se transmite y la dirección URL utilizada).

La interfaz gráfica de la aplicación Web (gráfico 3) se encuentra gestionando las conexiones de las diferentes estaciones del sistema.



**Gráfico 3.** Interfaz gráfica de la Aplicación Web del SLD

A continuación se realiza una descripción de las principales áreas funcionales presentadas en la figura 3 correspondiente a la aplicación Web del SLD.

a) Panel de visualización. Área donde se muestra el flujo de video que se encuentra transmitiendo la estación escogida.

b) Opciones para realizar captura. Permite al usuario realizar capturas el flujo de video que se encuentra visualizando para su posterior análisis.

c) Lista de estaciones. Muestra la lista de estaciones disponibles para su visualización.

d) Opciones de origen. Funcionalidad habilitada solo para usuarios con permiso de administración quien podrá gestionar la lista de estaciones accesibles.

## DESARROLLO

Una distribución de los accesos realizados se describe en la tabla 1.

**Tabla 1.** Registrando acceso a las prácticas remotas de Microbiología y Parasitología. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana. 2014.

Práctica remota	Total
Práctica I. Preparaciones directas no coloreadas	32
Práctica II. Preparaciones coloreadas al Lugol entre cubre y porta objetos.	48
Práctica III. Preparaciones de frotis fijados y coloreados por hematoxilina férrica	44
Práctica IV. Preparaciones coloreadas en azul por Giemsa	56
Total	180

Para la evaluación de la propuesta de SLD se utilizaron diversas técnicas en la recogida de datos, tales como la observación y encuestas.<sup>11</sup> La aplicación de las técnicas permitió comprobar los resultados y arribar a discusiones de los mismos. Para el diseño de las encuestas se tuvieron en cuenta los elementos planteados por los diferentes autores, lo cual contribuye a trazar pautas para garantizar una adecuada recopilación de datos.<sup>12,13</sup>

Existen diferentes formas de registrar los datos obtenidos durante la investigación como pueden ser manuscritos, medios automatizados, grabaciones en vídeo o fotografía.<sup>14</sup>

En la presente investigación se utilizó básicamente el instrumento encuesta aplicado a los 24 estudiantes definidos como población.

Para la recogida de datos se consideraron los siguientes aspectos:

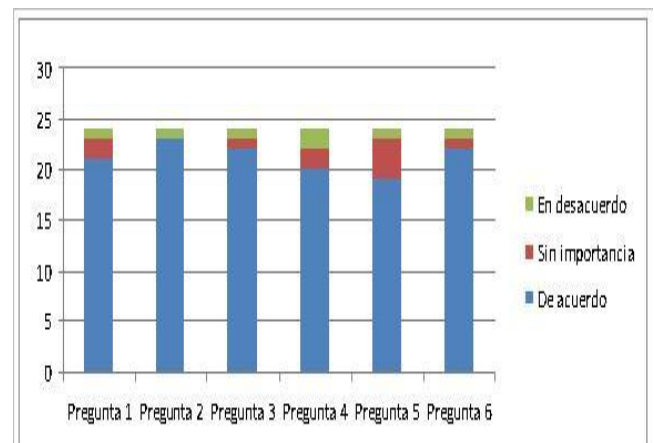
- La sistematización de los conocimientos en las prácticas de laboratorio. Se valora el desarrollo de la práctica. Se considera como la preparación previa de los estudiantes, que incluye tener ejercicios de autoevaluación realizados y tener los conocimientos necesarios para desarrollar la actividad.

- La motivación para el desarrollo de cada laboratorio. Se valora el interés mostrado por los alumnos que realizan la práctica a distancia.

- El tiempo de realización de cada práctica. En este aspecto, el desarrollo de la práctica se considera en términos de resultados obtenidos y su ajuste con el tiempo.

Un resumen de los resultados obtenidos a partir de los datos obtenidos en la encuesta se muestra en el gráfico 4, para lo cual fueron generadas las siguientes preguntas:

1. ¿Las prácticas de laboratorios a distancia fueron importantes para mi formación?
2. ¿La cantidad de prácticas a distancia en el laboratorio era aceptable para los contenidos impartidos?
3. ¿Las prácticas a distancias han sido útiles para mi aprendizaje?
4. ¿Las prácticas a distancia han permitido demostrar los elementos teóricos recibidos en clases?
5. ¿El Sistema de Laboratorios a Distancia tiene un buen rendimiento como una herramienta para el acceso remoto al dispositivo físico?
6. ¿Usted recomendaría Sistema de Laboratorios a Distancia a otros estudiantes?



**Gráfico 4.** Resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes del curso académico 2013-2014.

El análisis de los datos recogidos en el curso permite analizar que aunque la metodología desarrollada puede ser mejorada, facilita la preparación de los estudiantes. Prueba de ello es el alto porcentaje de estudiantes que se

evaluó en cada tema y en las opiniones expresadas en las encuestas donde:

- El 87,5 % plantea que las prácticas de laboratorios a distancia son importantes para su formación.

- El 95,87 plantea que la cantidad de prácticas a distancia en el laboratorio es aceptable para los contenidos impartidos.

- El 91,67 plantea que las prácticas a distancias han sido útiles para su aprendizaje.

- El 83,3 plantea que las prácticas a distancia han permitido demostrar los elementos teóricos recibidos en clases.

- El 79,17 plantea que el Sistema de Laboratorios a Distancia tiene un buen rendimiento como una herramienta para el acceso remoto al dispositivo físico.

- El 91,67 recomienda el uso del sistema de laboratorios a distancia a otros estudiantes.

---

## CONCLUSIONES

La identificación de las soluciones existentes, a partir de la revisión de la bibliografía sobre los sistemas de laboratorios a distancia y sus estaciones de trabajo, permitió concretar que son insuficientes o no resuelven la necesidad de implementar prácticas a distancia en la carrera de Medicina, expresándose la necesidad del desarrollo de una propuesta de solución.

Las tecnologías y herramientas propuestas para el desarrollo de la solución se corresponden con las políticas de soberanía tecnológica que impulsa el país basadas en plataformas libres.

Se obtuvo una herramienta que permite ampliar la disponibilidad tecnológica, el acceso a muestras de laboratorio de rara manifestación y el intercambio con las personas más capacitadas en el tema de microbiología y parasitología.

Después de la elaboración de las encuestas para determinar el nivel de satisfacción de los

estudiantes objeto de estudio, se obtuvo como resultado que la propuesta de Sistema de Laboratorios a Distancia contribuye a la formación profesional de los estudiantes de la carrera de Medicina.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nuño O, Basañez L. Teleoperación: técnicas, aplicaciones, entorno sensorial y teleoperación inteligente [En Línea]. 2014 [Consultado: 12 de agosto de 2014]. Disponible en: <http://biblioteca.upc.es/reports/ioc/IOC-DT-P-2004-05.pdf>

2. Orchard M. Laboratorio de Automática - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas [En Línea]. 2013 [Consultado el: 14 mayo del 2015]. Disponible en: <http://ingenieria.uchile.cl/investigacion/presentacion/laboratorios/90676/laboratorio-de-automata>

3. Sotolongo A, Martí I. DEMO\_REP: Herramienta para laboratorios en la enseñanza de réplica de datos. Didáctica y Educación. Vol. IV. [En Línea]. 2013 [Consultado el: 14 mayo del 2015]. Disponible en: <http://runachayecuador.com/refcale/index.php/didascalia/article/view/934>

4. Aguilar I, Heredia J. Simuladores y laboratorios virtuales para Ingeniería en Computación. [En Línea]. 2013 [Consultado el: 14 mayo del 2015]. Disponible en: <http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDSECUNDARIO/article/viewFile/578/566>

5. LANDER A. ¿Por qué formación con simulación? [En Línea]. 2015 [Consultado el 20 de enero del 2015]. Disponible en: <http://www.landerecunecol.com/formacion-con-simulacion/por-que-formacion-con-simulacion/>

6. Cruz K. El Aula Virtual para la formación inicial docente en la IByCENECH 2013. Disponible en: [http://www.cenid.org.mx/cifd\\_2015/memorias/index.php/CIFD/article/download/58/56](http://www.cenid.org.mx/cifd_2015/memorias/index.php/CIFD/article/download/58/56)

7. Segura A, Gallardo M. Entornos virtuales de aprendizaje: nuevos retos educativos 2013. [En Línea]. 2015 [Consultado el 20 de enero del 2015]. Disponible en: <http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/numero132/Articulos/Formato /177.pdf>
8. Hernández E, Urbina S, Gutiérrez M. Aplicación de la técnica educativa aprendizaje basado en problemas para capacitación a distancia (E-learning). RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia. 2013; Vol.16(No.1):57-83. [En Línea]. [Consultado el 20 de enero del 2015]. Disponible en: <http://www.red-riedial.net/revista-ried,revista,iberoamericana,de,educacion,a,distancia-257-2013-16-1.html>
9. Álvarez G, Rech A, Ramos D. Diseño curricular de la Licenciatura en Bioanálisis Clínico. Revista Cubana de Tecnología de la Salud 2013;Vol.4(No.3) <http://www.revtecnologia.sld.cu>
10. Guerrero C, Londoño J, Suárez J, Gutiérrez L. Estudio comparativo de marcos de trabajo para el desarrollo de un software orientado a aspectos. Inftecnol 2014; Vol.25 (No.2). [En Línea]. 2015 [Consultado el 20 de enero del 2015]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000200008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000200008&script=sci_arttext)
11. Brescó E, Verdú N. Valoración del uso de las herramientas colaborativas wikispaces y google drive, en la educación superior. EDUTEC Revista Electrónica de Tecnología Educativa. 2013;Vol.49:1-12. 2015 [Consultado el 20 de enero del 2015]. Disponible en: [http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec49/n49\\_Bresco\\_Verdu.html](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec49/n49_Bresco_Verdu.html)
12. Mar O. Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias. Vol46(No.2): 17-21. [En Línea]. 2015 [Consultado el 18 de diciembre del 2015]. Disponible en: <http://cinfo.idict.cu/index.php/cinfo/article/view/700/530>
13. Pérez A, Benito D. Estudio de los instrumentos existentes para medir la delincuencia. Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología. 2013;Vol.15(No.8). 2015 [Consultado el 20 de enero del 2015]. Disponible en: <http://criminol.ugr.es/recpc/15/recpc15-08.pdf>
14. Bastar E, Reyes R, G G. Concepción didáctica en la estructuración lógica del sistema de habilidades en la asignatura pediatría. EDUMECENTRO. 2013;Vol.5(No.1):55-68. [Consultado el 20 de enero del 2015]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-28742013000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742013000100008)



**Lic. Omar Mar Cornelio:** Máster en Informática Aplicada. Asistente. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana. Cuba. ***Si usted desea contactar con el autor principal de la investigación hágalo [aquí](#)***