

Plataforma Reutilizable para realizar Laboratorios Remotos

Urdaneta Elizabeth, MSc¹, y Custodio Ángel, PhD¹

¹Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Venezuela, acustodio@unexpo.edu.ve

Abstract– *Se presenta una metodología para la construcción virtual de laboratorios remotos reconfigurables en la educación. El estudio fue desarrollado como una investigación no experimental de tipo tecnológica, con la finalidad de mejorar los sistemas de enseñanzas universitarios. Para ello se definió la arquitectura de cada uno de los módulos, se seleccionaron las herramientas web para el desarrollo de la interfaz, se estandarizó la estructura de las bases de datos, y se especificó la forma de comunicación entre los módulos. Como resultado se comprobó que el software para la gestión de una práctica de laboratorio, funcionó con todos los módulos o sólo con algunos módulos conectados, demostrando que la desconexión de un módulo no detiene el programa. En conclusión los módulos del laboratorio virtual son independientes los unos de los otros, logrando que al momento de hacer mantenimiento a un módulo del sistema, los demás sigan funcionando. Adicionalmente los módulos se crearon siguiendo la misma estructura, tanto para el guardado como para la recepción de datos, lo cual conlleva a que sean totalmente reproducibles*

Keywords– *laboratorios virtuales reconfigurables, educación a distancia, gestión de laboratorios, herramientas web, bases de datos.*

I. INTRODUCCION

En las universidades la producción de conocimiento es un factor importante para el crecimiento de las mismas [1], con la finalidad de lograr este crecimiento se debe contar con el personal humano altamente calificado y con equipos de laboratorios eficientes, confiables, de mantenimiento rentable y de fácil manejo para la realización de las prácticas de laboratorio.

Por este motivo es trascendental el desarrollo de mejoras en los sistemas de enseñanza que vayan en función de dar soluciones a problemas que tengan un alto impacto en la obtención de conocimiento, que mejoren las fallas y deficiencias en las clases teóricas y de laboratorios [2].

Los antecedentes de la investigación se basaron en el estudio: del diseño de laboratorios remotos enfocados al área de la ingeniería [3], la arquitectura tanto hardware como software de un laboratorio virtual [4], la estructura de cada módulo del sistema [5], y los tipos de lenguajes recomendados para esta aplicación [6].

En este sentido, el objetivo de la investigación es desarrollar la metodología para la gestión de laboratorios virtuales reconfigurables, los cuales faciliten la comunicación entre instructor y estudiante; como por ejemplo el acceso a los materiales del laboratorio, envío de tareas, presentación de evaluaciones y entrega de calificaciones; todo ello en un solo espacio virtual, denominado plataforma de aprendizaje.

El presente estudio se desarrolló como una investigación no experimental del tipo aplicado. Por lo cual se diseñó la arquitectura del SCADA didáctico; se diseñaron los módulos del sistema bajo la estandarización de la arquitectura, de tal forma que sean reproducibles y por último se verificó el funcionamiento de la metodología diseñada mediante la realización de un prototipo.

Después de las pruebas realizadas, se logró comprobar que el software para la gestión funciona en los sistemas operativos Windows y Linux; en el caso de Linux se probó en Mozilla Firefox, e Internet Explorer y Google Chrome; en el caso de Linux se probó en Cunaquero.

En conclusión la gestión del laboratorio virtual permite realizar todas las labores educativas del pre-laboratorio, del laboratorio y del post-laboratorio. Mediante un ambiente amigable, en el cual todos los módulos son independientes los unos de los otros, logrando que al momento de hacer mantenimiento a un módulo del sistema, los demás módulos sigan funcionando.

II. DESARROLLO

A. Laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales reconfigurables funcionan como un sistema Scada (supervisión, control y adquisición de datos), en el cual las acciones de control de un proceso se pueden llevar a cabo automáticamente desde la pantalla de un computador [7]; es decir a través de una interfaz hombre máquina, que le permite al usuario ya sea estudiante o profesor tomar decisiones remotas sobre el proceso.

La comunicación remota en los laboratorios virtuales se da a través de redes, en este caso internet. La adquisición de datos es parte fundamental para el buen funcionamiento del laboratorio virtual; puesto que, dependiendo de la información recolectada se puede llevar a cabo de forma eficaz, o no la interpretación, análisis y manipulación de las maquetas de los laboratorios. Por otro lado, vale la pena mencionar que de esta información también dependerán los conocimientos adquiridos por el estudiante.

B. Modelo del laboratorio

El modelo de la arquitectura del laboratorio virtual seleccionado fue el propuesto en [8], en el cual se establece que todo laboratorio debe estar dotado con un servidor de instrumentación y una maqueta auto-contenida, una tarjeta de adquisición de datos, un controlador y una tarjeta de red, todas estas tarjetas deben ser estándar (ver figura 1).

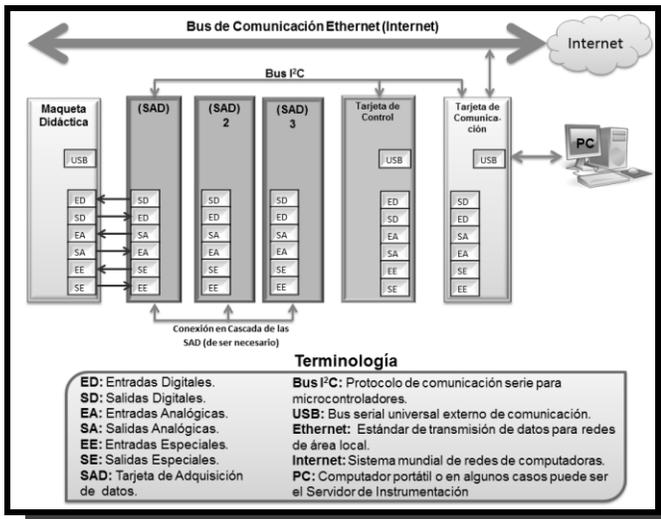


Fig. 1. Estructura del modelo de laboratorio con red Ethernet.

Como se puede observar en la figura 1, el servidor de instrumentación es un computador ubicado en el laboratorio, donde se encuentra la información de la práctica a realizar, la interfaz gráfica presentada variará dependiendo del modo seleccionado, ya sea local o remoto.

C. Arquitectura del software

En la figura 2 se observa la arquitectura general del software de gestión de laboratorios remotos, en la cual se visualiza que existen seis (6) módulos principales, que son: profesor, alumno, desarrollador, administrador, cliente y la base de datos. El módulo administrador abarca todas las funciones de los módulos profesor, alumno y desarrollador, entre otras funciones adicionales; debido a que éste engloba la administración de todo el sistema.

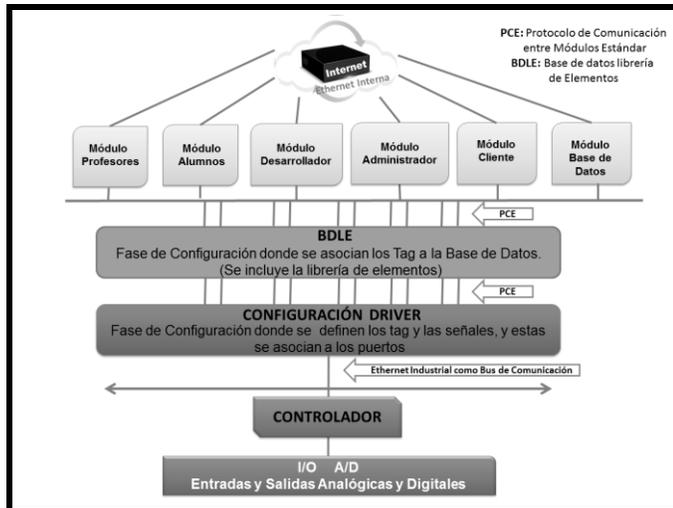


Fig. 2. Esquema general de la arquitectura del software de los laboratorios virtuales.

En la figura 2 se observa que se seleccionó como protocolo de comunicación PCE (Protocolo de Comunicación Estándar) con la finalidad de lograr reproducir cada módulo por separado. Esto con el propósito de que cuando se intervenga un módulo del sistema, no se tenga que paralizar el programa. También que se puedan agregar o quitar módulos sin que se detenga el funcionamiento de los otros módulos.

A continuación se procede a explicar los módulos que conforman la gestión de los laboratorios virtuales:

1. Módulo cliente: este módulo es la interfaz con la que cuenta el programa para aquellos usuarios que no se han registrado en el laboratorio virtual. Consta de tres (3) partes, la primera es la de registros de los usuarios en el laboratorio virtual, la segunda es la de autenticación de los usuarios para el ingreso al laboratorio, y la tercera es para el envío de correo al administrador del laboratorio. Tal como se muestra en la figura 3.

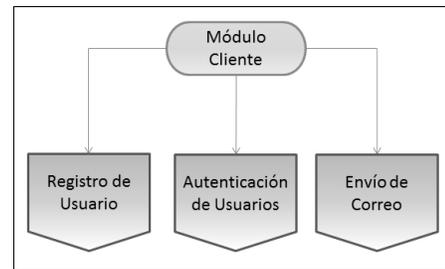


Fig. 3. Estructura del módulo cliente.

2. Módulo Administrador: este módulo fue diseñado para ser usado por el administrador o los administradores del laboratorio virtual, con la finalidad de realizar mantenimiento y control del sistema del laboratorio virtual, tanto en seguridad como en configuración.

Este módulo contempla todas las funciones de los módulos profesor, alumno y desarrollador, con la diferencia de una función adicional, ubicada en el sub-módulo gestor de usuario; los cuales son: el programa de base de datos de los usuarios y datos del administrador, como se puede observar en la figura 4.

3. Módulo desarrollador: fue diseñado para el desarrollador de prácticas de laboratorio, con la finalidad de gestionar toda la información referente a la creación, desarrollo, ejecución y administración de las mismas. Éste cuenta con cuatro (4) funciones, las cuales se pueden observar en la figura 4.

4. Módulo Profesores: este módulo fue diseñado para el uso de los docentes, con la finalidad de solicitar la creación de prácticas de laboratorios, ver la simulación del laboratorio, poder descargar los pre-laboratorios y los post-laboratorios enviados por los estudiantes.

Adicionalmente cuenta con la facilidad de cargar guías al sistema correspondientes a la ejecución de la práctica de laboratorio. De igual forma tiene a su disposición un sub-módulo donde visualiza los resultados obtenidos por los estudiantes al realizar la práctica de laboratorio, con la

finalidad de poder calificarlos. Una vez que el profesor ha calificado, la información se guarda en una hoja de Excel, para su posterior vaciado en el sistema de carga de notas de la universidad. La estructura del módulo de profesores puede observarse en la figura 4.

5. Módulo alumnos: este módulo fue diseñado para el uso de los estudiantes, con la finalidad de visualizar y editar sus datos registrados en el laboratorio virtual; también para inscribirse en los laboratorios, reservar el horario de laboratorio, y por supuesto realizar las prácticas de laboratorios en sus distintas modalidades.

Este módulo cuenta con herramientas que le ayudan al estudiante a la realización exitosa de la práctica de laboratorio como son: el sistema de visualización de guías de laboratorios, el envío de pre y post-laboratorios al docente (ver figura 4).

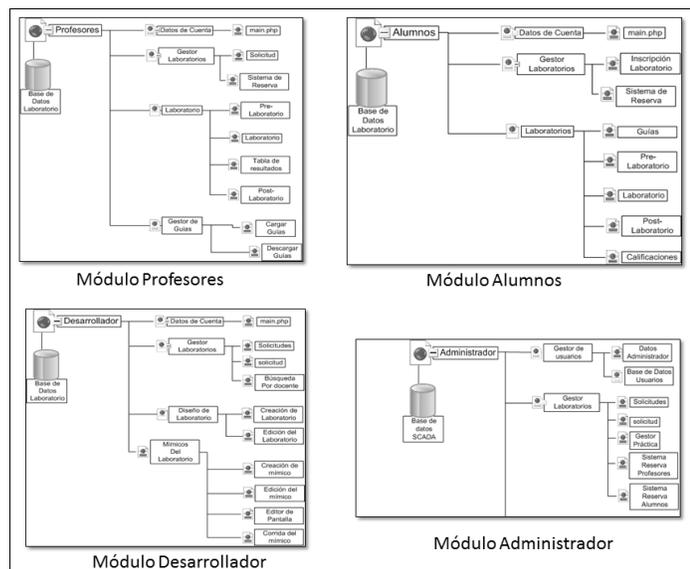


Fig. 4. Estructura de los módulos profesores, alumnos, desarrollar y administrador

6. Módulo base de datos: la base de datos del sistema de gestión del laboratorio virtual consta de 15 tablas, en donde se almacenan las variables imprescindibles para el desarrollo del programa. Entre las tablas se encuentran: usuarios, solicitudes_laboratorio, reserva, prelaboratorio, postlaboratorio, calificación_lab, tbl_documentos, inscripción, reserva_alumno, proyecto, mimico, mis_imagenes, tag, historia_tag, resultados.

D. Construcción del portal principal

El portal de gestión del laboratorio virtual se sustentó en un PC con Sistema Operativo Linux y una partición en Windows, el cual cuenta con un servidor web Apache y con un servidor de datos MySQL. El servidor, es el componente principal del sistema, siendo el encargado del almacenaje de datos, protección y administración del sistema.

Para el portal de los laboratorios virtuales, se propuso el desarrollo de un sitio dinámico y amigable; por lo cual todas las páginas se elaboraron siguiendo un lineamiento de armonía, distribución, contenido y colores.

Este portal consta de (3) partes: la primera se encuentra ubicada en la zona superior de la ventana, y es una cabecera llamada banner, la cual identificará al laboratorio virtual. En la misma parte superior a mano derecha se encuentran dos botones, a los cuales tendrá acceso el usuario, sin necesidad de estar registrado: estos son inicio para direccionarlo a la página principal y el botón salir en caso de querer salir del sistema.

La segunda parte es la pantalla central en la cual se muestra toda la información correspondiente al laboratorio virtual, desde el módulo de acceso de los usuarios, hasta el desarrollo de la práctica de laboratorio.

La tercera parte se encuentra a mano izquierda debajo del banner, y es un menú desplegable, que sólo es visible al usuario una vez que este se ha ingresado al sistema. La información de este menú debe cambiar dependiendo del tipo de usuario (profesor, alumno, desarrollador o administrador). La estructura del portal puede observarse en la figura 5.

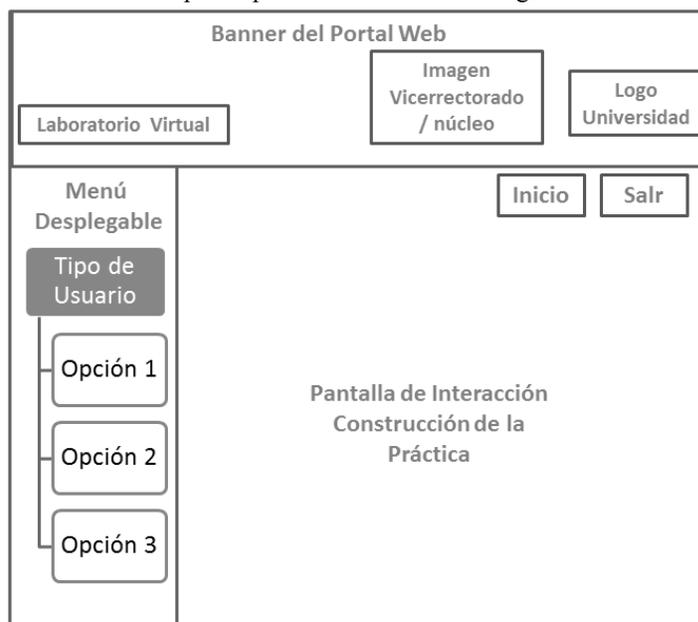


Fig. 5. Estructura del portal web del laboratorio virtual.

III. RESULTADOS

Para el análisis del funcionamiento del laboratorio virtual, se utilizó un computador con las siguientes características, en la parte de hardware: procesador Intel (R) Core (TM) i3-2330M CPU @ 2.20GHz, memoria RAM: 4 GB, disco duro 368 GB. En la parte de software el computador cuenta con una partición en Linux y una partición en Windows.

En el computador mencionado anteriormente se instaló y configuró el laboratorio virtual, y se realizaron las pruebas

respectivas de funcionamiento a cada uno de los módulos que conforman la gestión del laboratorio virtual.

A. Pruebas al módulo cliente

Las pruebas realizadas a este módulo consistieron en la verificación de la apertura de todas las ventanas del portal principal sin ningún tipo de errores en cuatro (4) navegadores. Para este caso se seleccionó Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer y Cunaguaro. Otra de las pruebas realizadas consistió en verificar que todos los botones funcionarían de forma adecuada, y realizará el direccionamiento a las ventanas correspondientes. En la figura 6 se puede observar las ventanas a las cuales se le realizaron las pruebas.

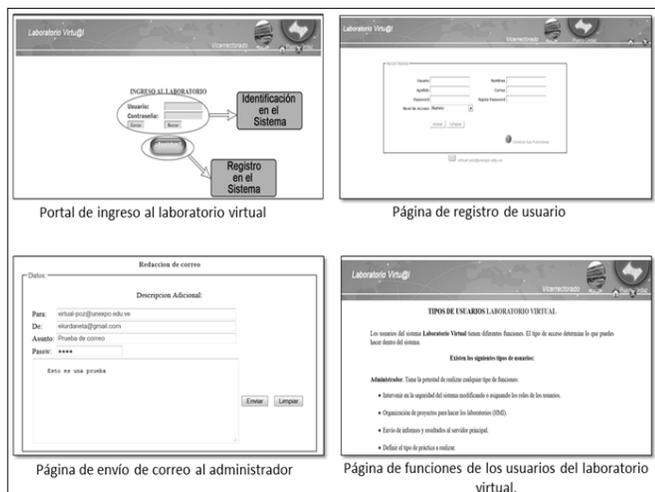


Fig. 6. Ventanas del módulo cliente

B. Pruebas al menú de funciones del administrador

El usuario que tiene acceso a todas las funciones del laboratorio virtual es el administrador; esto se debe a que el administrador puede ver los datos de todos los usuarios, modificar los datos de él mismo, cargar documentos al sistema, crear las prácticas de laboratorios, y verificar el funcionamiento de cada módulo; por esa razón tiene funciones muy extensas. Adicionalmente cuenta con una función que ningún otro usuario puede realizar; esta es el gestor de usuarios.

1. Gestor de usuarios: cuenta con dos funciones, las cuales son datos del administrador y base de datos usuarios. En el caso de datos del administrador la prueba consistió en cambiar toda la información personal del administrador. En el caso del módulo bases de datos de usuarios, la prueba realizada fue editar los datos de los usuarios o eliminar a cualquier usuario de la base de datos del laboratorio virtual. En la figura 7 se puede observar las ventanas a las cuales se le realizaron las pruebas, obteniendo resultados satisfactorios.

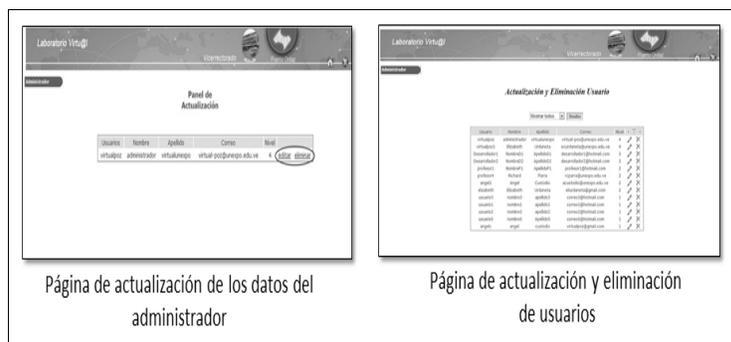


Fig. 7. Ventanas del gestor de usuario.

C. Pruebas al menú de funciones del desarrollador

Este menú cuenta con cinco (5) funciones, las cuales son: solicitudes, solicitud, gestor de prácticas, reserva profesores y reserva alumnos. A todas las funciones nombradas anteriormente se les realizaron las pruebas mostradas a continuación.

1. Módulo solicitudes: muestra la página de las solicitudes enviadas por los profesores con la finalidad de que el desarrollador realice la construcción de la práctica. Las pruebas consistieron en verificar el funcionamiento de la descarga del archivo enviado por el docente para la construcción de la práctica, eliminar la solicitud de realización de la práctica, y por último empezar la construcción de la práctica; los resultados pueden observarse en la figura 8.

2. Módulo solicitud: muestra la página del formulario para la solicitud de prácticas de laboratorio, la cual generalmente es realizada por los docentes o en dado caso por el administrador del sistema, adicionalmente también le muestra al usuario las solicitudes de creación de laboratorio que ya ha realizado anteriormente. Las pruebas realizadas a esta parte del sistema consistió en llenar los campos del formulario, para verificar que todos los campos tuvieran validación; y por último se seleccionó un archivo para adjuntarlo a la solicitud. Los resultados pueden observarse en la figura 8

3. Gestor de prácticas: muestra la ventana de gestión de laboratorios, las pruebas realizadas a esta ventana consistieron en eliminar, habilitar o deshabilitar la práctica de laboratorio y por último finalizar la práctica de laboratorio. Los resultados pueden observarse en la figura 8

4. Reserva profesores: muestra la página del formulario para la realización de reserva de horarios y mesones, la cual generalmente es realizada por los docentes o en dado caso por el desarrollador del sistema; adicionalmente le muestra al usuario las solicitudes de reserva de horario que ha realizado anteriormente.

Las pruebas ejecutadas a esta parte del sistema consistieron en llenar los campos del formulario para verificar que el sistema muestra mensajes de campo vacío. Adicionalmente se comprobó los campos de fechas para

verificar que la fecha de finalización sea mayor que la fecha de inicio, y que la fecha de inicio sea igual o mayor a la fecha de realización de la reserva. Los resultados pueden observarse en la figura 8.

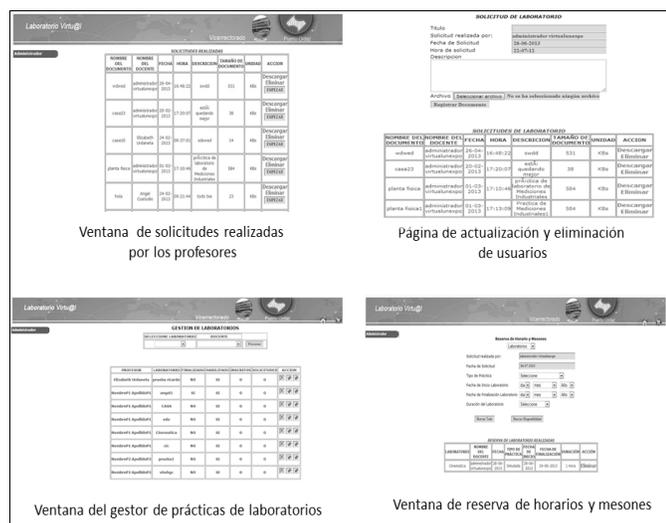


Fig. 8. Ventanas del gestor laboratorio

5. Reserva alumno: muestra la página de reserva de horarios y mesones para los estudiantes; esta ventana la construye el sistema con la información suministrada por el docente o el desarrollador en su módulo de reserva de horarios y mesones. El estudiante selecciona una práctica de laboratorio en la lista desplegable que se encuentra en la parte superior de la ventana; de forma automática aparece la lista de horarios y mesones disponibles.

En el caso de que la práctica sea simulada el horario disponible es de 24 horas, por esa razón no es necesario mostrar la disponibilidad de los mesones; en el caso de ser un laboratorio en modalidad remota si se hace la reserva del mesón.

D. Pruebas al menú profesores

Este menú cuenta con seis (6) funciones, las cuales son: pre-laboratorio, laboratorio, tabla de resultados, post-laboratorio, cargar guías y descargar guías. A todas las funciones nombradas anteriormente se les realizaron las pruebas presentadas a continuación.

1. Pre-laboratorio: muestra los laboratorios que tiene habilitado el docente, al seleccionar un laboratorio se muestra los pre-laboratorios enviados por los estudiantes. Esto con la finalidad de que el docente pueda comprobar que el estudiante cumple con las competencias para realizar la práctica de laboratorio. Las pruebas realizadas a esta ventana fueron la descarga del archivo enviado por el estudiante, tal como se muestra en la figura 9.

2. Laboratorio: muestra los laboratorios que tiene habilitados el docente, al seleccionar un laboratorio se apertura la ventana de simulación correspondiente a esa práctica; en dado caso de no estar construida la práctica de laboratorio, el sistema muestra un mensaje el cual indica que ese laboratorio no tiene asociado ningún mimico.

En esta ventana el docente puede comprobar el funcionamiento de la práctica de laboratorio, y si cuenta con las especificaciones que se solicitaron en el módulo de solicitud de práctica.

Como resultado se obtuvo que al seleccionar una práctica de laboratorio la cual contenga por lo menos un mimico se abre sin ningún mensaje de error la ventana de simulación del mimico; de igual forma se comprobó que si se selecciona una práctica de laboratorio la cual no posee mimicos asociados, se muestra en pantalla un mensaje indicándole esa información al docente. Ver figura 9.

3. Post-laboratorio: muestra los laboratorios que tiene habilitados el docente al seleccionar un laboratorio se visualiza los post-laboratorio enviados por los estudiantes. Esto con la finalidad de que el docente compruebe los resultados obtenidos por el estudiante en la práctica de laboratorio. En esta ventana el docente tiene la opción de descargar el archivo enviado por el estudiante (ver figura 9).

Como resultado se obtuvo que no se presenta ningún problema al momento de realizar la descarga de archivos del post-laboratorio; ya sean archivos del tipo imagen o documentos. De igual forma se comprobó que una vez descargado el archivo no existe problema al realizar la apertura y guardado del mismo.

4. Tabla de resultados: muestra los laboratorios que tiene habilitado el docente, al seleccionar un laboratorio aparece en la pantalla los archivos guardados por el sistema una vez que el estudiante ha terminado la práctica de laboratorio.

Con la información guardada en este documento el profesor puede contrastar la información enviada por los estudiantes en el post-laboratorio. Adicionalmente esta pantalla cuenta con una casilla llamada calificar con la finalidad, de que el profesor evalúe a los estudiantes. Al final de la pantalla se cuenta con un botón llamado guardar calificación, al hacer click sobre este botón se guardan las notas en formato Excel.

Como resultado se obtuvo que al seleccionar una práctica de laboratorio, la cual contenga por lo menos el resultado obtenido de un estudiante, aparece en la misma ventana el formulario de calificación del estudiante. Por el contrario, si se selecciona una práctica de laboratorio, la cual no tenga resultado de ningún estudiante, se muestra en pantalla un mensaje notificando que no se ha guardado resultado; como se muestra en la figura 9.

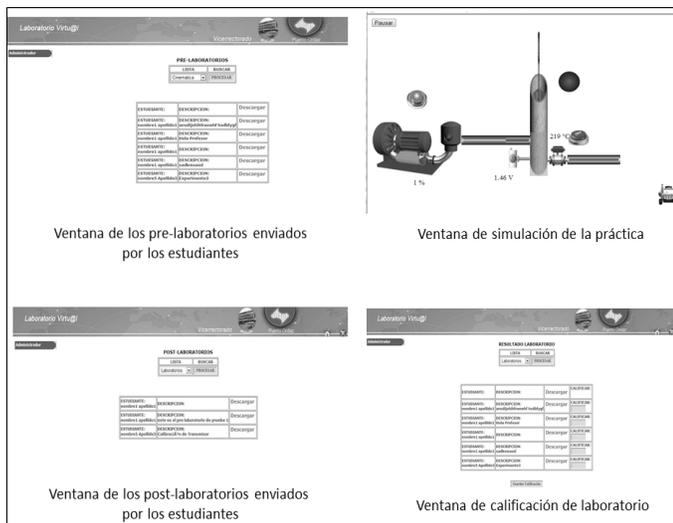


Fig. 9. Ventanas del laboratorio profesores.

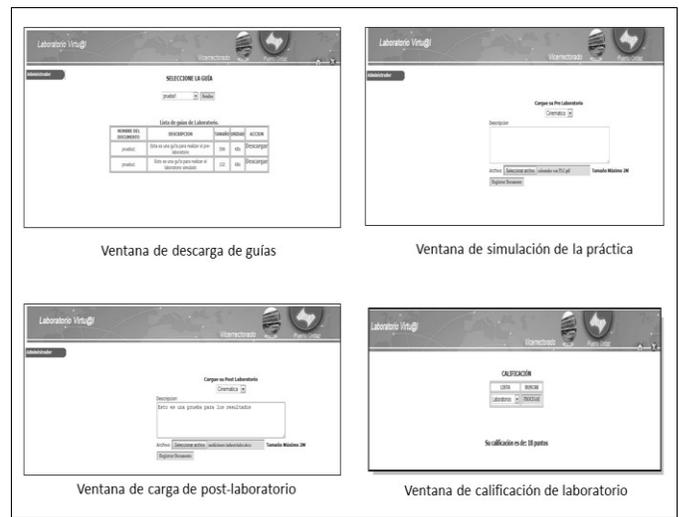


Fig. 10. Ventanas del laboratorio alumnos

E. Pruebas al menú alumnos

Este menú cuenta con cinco (5) funciones, las cuales son descargar guías, pre-laboratorio, laboratorio, post-laboratorio, y calificaciones. A todas las funciones nombradas anteriormente se les realizaron las pruebas presentadas a continuación.

1. Descargar Guías: muestra la página de descargar de guías, esto con la finalidad de que el estudiante cuente con un material que lo guíe durante la realización de toda la práctica. Como resultado se obtuvo que no se presenta ningún problema al momento de realizar la descarga de archivos. De igual forma se comprobó que una vez descargado el archivo no existe problema al realizar la apertura y guardado del mismo; como se muestra en la figura 10.

2. Pre laboratorio: muestra la página donde el estudiante puede cargar el pre-laboratorio solicitado por el docente; como resultado de la prueba realizada se obtuvo, que si se intenta ingresar al laboratorio antes del horario reservado, el sistema muestra un mensaje indicando al estudiante que se encuentra fuera de su horario de reserva. Esta ventana de notificación no le permite al estudiante realizar la práctica de laboratorio en un horario diferente al de su reserva.

3. Post-laboratorio: se apertura la página donde el estudiante puede cargar el post-laboratorio solicitado por el docente. La página de la carga de los post-laboratorios se muestra en la figura 10. La prueba realizada a esta parte del sistema consistió en llenar los campos del formulario para verificar que todos tuvieran validación, y por último se seleccionó un archivo para adjuntarlo. Como resultado se obtuvo que siempre y cuando se llene todo el formulario, y se adjunte un archivo, la carga de post-laboratorio se realiza sin ningún inconveniente.

4. Calificaciones: se muestra la página donde el estudiante puede conocer la nota obtenida por la realización del laboratorio (como se observa en la figura 10). La prueba realizada a esta parte del sistema consistió en seleccionar un laboratorio de la lista desplegable, y verificar que si el docente ha cargado la nota del laboratorio en el menú tabla de resultados, el estudiante puede visualizar la calificación. Pero, por el contrario si el docente no ha cargado la nota, el sistema muestra una ventana de notificación en la cual se le informe al estudiante que el docente no ha evaluado la práctica de laboratorio.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de las pruebas realizadas al software del laboratorio virtual, con la finalidad de validar experimentalmente la metodología diseñada, se logró comprobar que el software para la gestión de una práctica de laboratorio, funciona en los dos sistemas operativos más utilizados en el entorno educativo como son Windows y Linux.

En el caso de Windows, no se obtuvo ningún problema o mensaje de error al realizar alguna gestión de reserva o consulta al laboratorio. La única observación durante las pruebas realizadas al sistema, se presentó al utilizar el navegador Internet Explorer; debido a que en este navegador se demarcan las divisiones de los frame que componen la página del laboratorio virtual, lo cual le resta elegancia al portal web.

Sin embargo en los otros navegadores utilizados para probar el laboratorio virtual, usando el sistema operativo Windows como son Mozilla Firefox y Google Chrome, no se presentó ningún tipo de inconvenientes.

En el caso de Linux se escogió trabajar con la distribución Canaima GNU/LINUX, debido a que es un software diseñado con tecnología nacional, y con un enfoque educativo siguiendo el lineamiento del proyecto canaima educativo. Las pruebas se realizaron en el navegador Cunaguaro y no se tuvo inconveniente en ninguna fase del proceso; desde la instalación del laboratorio virtual, la corrida del mímico, pasando por el proceso de llenado de datos, hasta la calificación del estudiante.

El navegador Cunaguaro no presentó problemas al trabajar con JavaScript ni con la librería JQuery, de igual forma tampoco presento inconveniente al momento de recibir y enviar información en tiempo real desde la base de datos.

Cabe destacar que en ninguno de los dos sistemas operativos donde se realizaron las pruebas a la metodología diseñada, se presentaron problemas al momento de realizar la desconexión de un módulo, puesto que la estructura de la base de datos permite que los módulos se puedan comunicarse entre sí, pero que al mismo tiempo no dependan los unos de los otros.

Por lo cual, se demostró que el sistema puede funcionar con todos los módulos operativos o sólo con algunos módulos operativos. Esta particularidad del software diseñado facilita el proceso de mantenimiento del laboratorio virtual, y acorta los tiempos de parada del mismo.

V. CONCLUSIONES

Una vez definida la arquitectura del sistema de gestión del laboratorio remoto y realizada las pruebas a cada uno de los módulos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El software del sistema de gestión de laboratorios virtuales reconfigurables está compuesto de cinco (6) módulos, que son cliente, administrador, desarrollador, profesor, alumno y base de datos.

2. La interfaz entre el usuario y el computador se realizó utilizando lenguaje HTML, PHP, JavaScript y la librería JQuery, lo cual hizo posible un ambiente de trabajo amigable y dinámico para todos los usuarios.

3. El uso de JavaScript en conjunto con la base de datos MySQL, permitió el envío y recepción de datos en tiempo real, de forma transparente para el usuario, sin necesidad de refrescar la página para hacer visible la actualización de los datos.

4. Todos módulos de gestión del laboratorio virtual son independientes los unos de los otros, con lo cual se logra que al momento de hacer mantenimiento a un módulo del sistema, los demás módulos sigan funcionando.

5. Todos los módulos se crearon siguiendo la misma estructura, tanto para el guardado como para la recepción de datos, provenientes de la base de datos o del usuario; lo cual conllevan a que los módulos sean totalmente reproducibles.

6. Todas las tablas de las bases de datos son independientes las unas de las otras, las únicas tablas que poseen relación son la tabla proyecto y la tabla mímicos, lo

que conlleva que para realizar un mímico debe existir previamente un proyecto, y si se elimina un proyecto se eliminan los mímicos pertenecientes a ese proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A la UNEXPO.

REFERENCIAS

- [1] [1] Ibáñez, J. S. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 1(1), 3
- [2] [2] Peñalvo, F. J. G. (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 6 (2), 1.
- [3] [3] Torres Medina, F., Candelas Herías, F. A., Puente Méndez, S. T., Ortiz Zamora, F. G., Pomares Baeza, J., & Gil Vázquez, P. (2002). Laboratorio virtual remoto para la enseñanza de robótica.
- [4] [4] Fernando, C., Ladino, A., & Darío, A. H. (2008). Laboratorio remoto aplicado a la educación a distancia.
- [5] [5] Martín, C., Dormido, S., Pastor, R., Sánchez, J. (2003). Diseño de un laboratorio virtual en easy java simulation para un sistema de levitación magnética. Universidad Nacional de Educación a Distancia de Madrid, España.
- [6] [6] Briceño, G. S., Custodio, A., & Zerpa, H. (2012). Servidor para un sistema de supervisión y control de procesos industriales bajo software libre. Universidad Ciencia y Tecnología, 14 (54).
- [7] [7] Proaño, E. J. (1995). Implementación de un sistema SCADA para la operación de prototipos de laboratorio (Doctoral dissertation, Quito: EPN, 1995.).
- [8] [8] Sotelo, R., Urdaneta, E. (2015). Diseño e implementación de una tarjeta de red estándar para sistemas de adquisición de datos de los laboratorios virtuales. Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre Vicerrectorado Puerto Ordaz, Venezuela