

Tlamati Sabiduría



Arquitectura para un sistema de laboratorios virtuales

Miller Gómez-Mora^{1*}
Rocío Rodríguez-Guerrero¹
Carlos Alberto-Vanegas¹

¹Ingeniería Telemática. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Cl. 13 #31 -75, Localidad de Chapinero, Bogotá, Cundinamarca, Colombia

*Autor de correspondencia
mgomez@udistrital.edu.co

Resumen

Las tecnologías de la información con base en Internet se están adoptando rápidamente en la educación en ingeniería como una herramienta para mejorar la experiencia educativa de los estudiantes tanto en modalidad virtual como presencial. Un ejemplo es la aplicación de estas tecnologías en el diseño de entornos de laboratorio virtuales flexibles. En este artículo se presentan las características de la arquitectura general de un sistema de laboratorios virtuales con base en tecnologías web. Esta arquitectura ofrece una gran flexibilidad al permitir el acceso a los recursos del sistema de laboratorios virtuales en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Palabras clave: laboratorio virtual, arquitectura tecnológica.

Información del Artículo

Cómo citar el artículo:

Gómez-Mora Miller., Rodríguez-Guerrero Rocío., Alberto-Vanegas Carlos. (2023). Arquitectura para un sistema de laboratorios virtuales. *Tlamati Sabiduría*, 17, 34-40.

Editores Invitados: José Efrén Marmolejo-Valle, Manuel de Jesús Matuz-Cruz, María Palmira González-Villegas, Rubén Suárez-Escalona, Adalberto Iriarte-Solis, Samuel Hernández-Calzada, José Antonio Jerónimo-Montes et al.

Recibido en la versión aceptada por los editores invitados: Noviembre de 2023



Abstract

Internet-based information technologies are being rapidly adopted in engineering education as a tool to enhance the educational experience of students in both virtual and face-to-face modes. An example is the application of these technologies in the design of flexible virtual laboratory environments. This article presents the characteristics of the general architecture of a virtual laboratory system based on web technologies. This architecture offers great flexibility by allowing access to virtual lab system resources anytime, anywhere.

Keywords: virtual laboratory, technological architecture.

Introducción

Un objetivo importante de la formación en ingeniería es que los estudiantes comprendan teorías y conceptos, interpreten datos obtenidos de experimentos, y desarrollen diferentes habilidades que son importantes para el ejercicio profesional como la indagación, el análisis, la identificación y la resolución de problemas mediante el uso de teorías, técnicas y herramientas (Engineering Accreditation Commission, 2022).

Los laboratorios son idóneos para el desarrollo de competencias que permitan a los futuros ingenieros proponer soluciones ingeniosas a diferentes tipos de problemas. Sin embargo, en muchos casos, el tiempo dedicado a los laboratorios dentro del currículo se ha estado reduciendo debido, entre otros motivos, a la limitación de espacios físicos y a los elevados costos de operación y mantenimiento de los laboratorios en los cuales incurren. En este contexto, la creación de laboratorios virtuales se convierte en una buena alternativa no sólo porque los estudiantes pueden experimentar en ellos, las veces necesarias y en el tiempo que consideren, sino, también, porque su mantenimiento y operación son menos costosos (Gibbins y Perkin, 2013).

Según el diccionario de la Real Academia Española, se define Laboratorio como el “*lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico*”. Incorporando los componentes tecnológicos, se podría decir que un laboratorio virtual (LV) es una herramienta tecnológica compuesta por software y hardware que le permite a los estudiantes de manera remota

realizar sus prácticas como si estuvieran en un laboratorio tradicional (LT). El término remoto significa que es “*distante, apartado, lejano*”.

Los LV se caracterizan por una interfaz con base en tecnologías web que es utilizada para reducir la distancia. Generalmente, el acceso a este tipo de laboratorios se realiza a través de Internet o mediante una red académica de alta velocidad (Musa, 2012). La interface del usuario es un conjunto de escenas u objetos de apariencia real que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en un LT. Sin embargo, algunas interfases no son muy amigables y fáciles de manejar y como consecuencia no hay una buena interacción entre el estudiante y el experimento haciendo que el fin pedagógico para lo cual ha sido elaborado el LV no se lleve a cabo (Lindsay et al., 2007).

Para realizar o crear un LV se debe identificar y definir qué se va a recrear (interfase o entorno virtual), identificar las características de los estudiantes que van a utilizar el LV (población objetivo) y determinar la interrelación que va a existir entre los usuarios y el entorno virtual (interacción). Así mismo, se debe contar con una arquitectura tecnológica que integre diversas tecnologías web, bases de datos, herramientas multimedia, gráficos, imágenes y conocimiento especializado.

Objetivo

Desarrollar una arquitectura para la construcción de un sistema de laboratorios virtuales con base en tecnología web que permita la interacción eficiente de los estudiantes de

ingeniería y un servidor de LV a través de un entorno seguro.

Metodología y procesos de desarrollo

La perspectiva de un LV como práctica autónoma implica que el LV debe ser centrado en el aprendizaje de los estudiantes al exponerlos a prácticas en las cuales ellos deben tomar decisiones, durante todo o algún momento del proceso, para resolver una pregunta o un

problema acudiendo para ello a la realización de experimentos y al respectivo análisis de la información obtenida (Delgado, 2019). Para esto, se debe contar con un sistema de LV creado mediante una arquitectura Cliente-Servidor (C/S) donde las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios (el sistema de LV) y los clientes (el sistema de estudiantes).

En la Figura 1 se muestra una descripción general de la arquitectura C/S para el sistema de laboratorios virtuales.

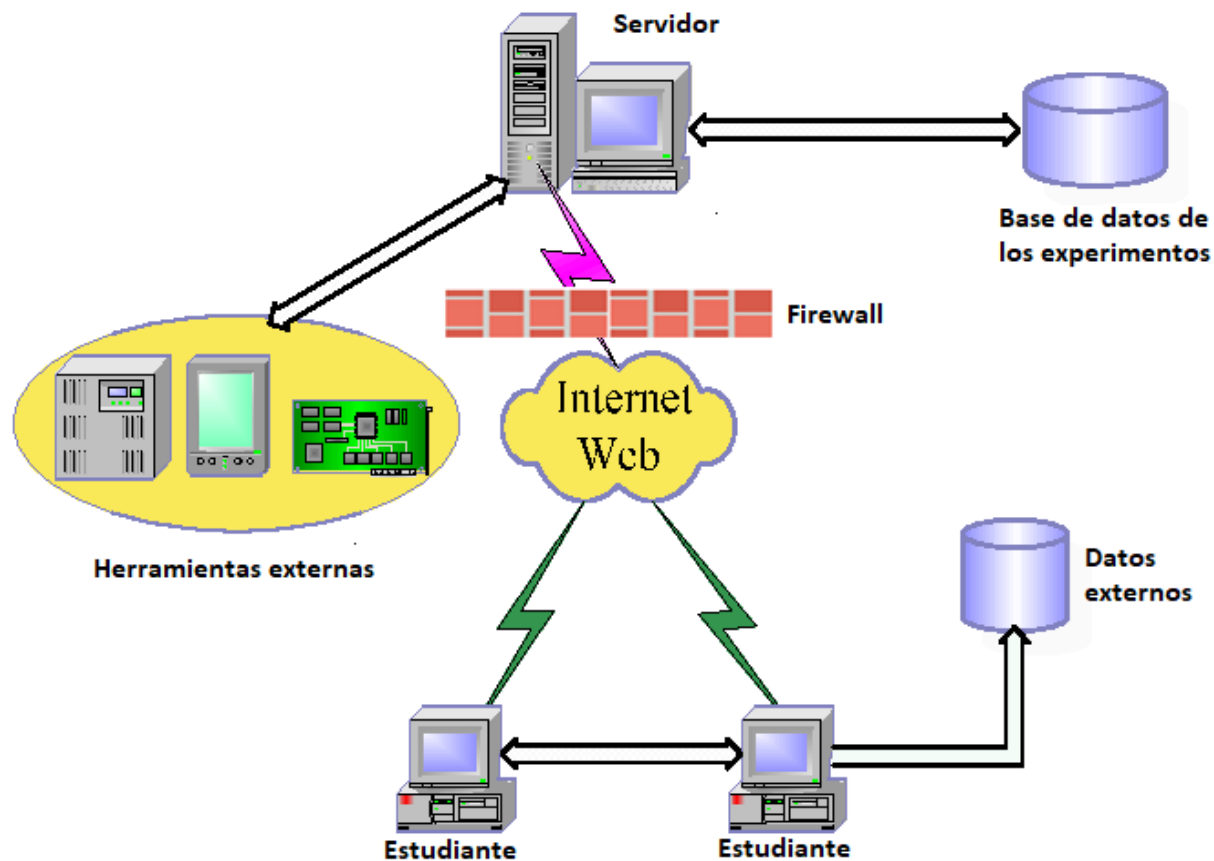


Figura 1. Arquitectura cliente servidor para el sistema de laboratorios virtuales. Adaptado de (Hou y Wang, 2010)

Los estudiantes desde un sitio remoto solicitan servicios o contactan a un servidor, mediante distintos medios de interconexión como Intranet o Internet (ver Figura 1). Por el lado del cliente, las tecnologías deben tener estas características:

- Aplicaciones multiplataforma: funcionamiento sobre diferentes sistemas operativos y navegadores.

- Aplicación invasiva o intrusiva: permisos para acceder al equipo de cómputo del usuario o establecer conexiones.
- Proveedores: posibilidad de utilizar herramientas de diversos proveedores.
- Instalación requerida: permisos de instalación de drivers, plugins o players.

- Ancho de banda: capacidad suficiente para que no existan problemas de latencia en la conexión.
- Audio y video: soporte de audio y video por parte de la aplicación.

El servidor crea un entorno de experimentos simulados mediante tecnologías de software y recibe las solicitudes de operación de los clientes. De acuerdo con diferentes solicitudes, el servidor ajusta el estado del sistema virtual, simula los fenómenos experimentales y exporta los datos y resultados correspondientes.

Para mantener la sincronización en un experimento donde cooperen varios estudiantes, la base de datos del servidor permite compartir datos y métodos experimentales. Para esto el Servidor debe tener las siguientes características:

Autenticación: Todo sistema que necesite de acceso de usuarios, requiere solo permitir el ingreso de usuarios registrados, mediante una verificación y protocolo de seguridad para blindar el sistema. Como mínimo la autenticación debe ser mediante una cuenta de usuario y contraseña. Esto busca disminuir los niveles de riesgos de seguridad en el servidor.

Los riesgos de seguridad en el servidor que pueden presentarse sin una debida autenticación son:

- El acceso no autorizado a documentos privados o confidenciales en el sistema de archivos del servidor.
- La disponibilidad de información para ser utilizada por personas o usuarios no autorizados.
- Errores que permiten a intrusos ejecutar comandos en el servidor provocando fallas en el sistema.
- Denegación del servicio por saturación de la red, debido a una numerosa concurrencia de usuarios.

Programar horarios permite optimizar el ingreso de los usuarios, evitando congestiones y conflictos por los probables intentos de ingreso al mismo tiempo por parte de los estudiantes. También permitirá diseñar rutinas de mantenimiento de la plataforma.

Interfaz de usuario: Es un entorno gráfico, para todos los usuarios, de entorno multiusuario y colaborativo que facilite la comunicación entre el estudiante y/o un investigador remoto y el experimento a desarrollar. La interrelación se produce a través de un navegador de Internet que debe permitir:

- La gestión de acceso: Cuentas de usuario de tipo Administrador del Sistema, para crear y otorgar o denegar permisos y tiempos, también para editar contenido específico de las experiencias a desarrollar.
- Módulos de usuario: La interfaz de usuario debe contener módulos, para que el investigador pueda identificarse con nombre de usuario y contraseña, seleccionar y verificar agendamiento, estudiar conceptos previos acerca del laboratorio a realizar, visualizar resultado para posterior análisis y tratamiento, enviar informes a través de la interfaz, entre otras actividades.

Base de datos: Una base de datos es una herramienta para recopilar y organizar información. En las bases de datos, se puede almacenar información de diferente tipo. Para el caso que nos concierne, puede contener registros con respecto a usuarios, perfiles, horarios, prácticas de laboratorios, experimentos, resultados e informes. Esta herramienta administra los datos de tal forma que puedan tener un sentido y que logren ser almacenables, seguros, estables y consistentes. (Ver Figura 2).

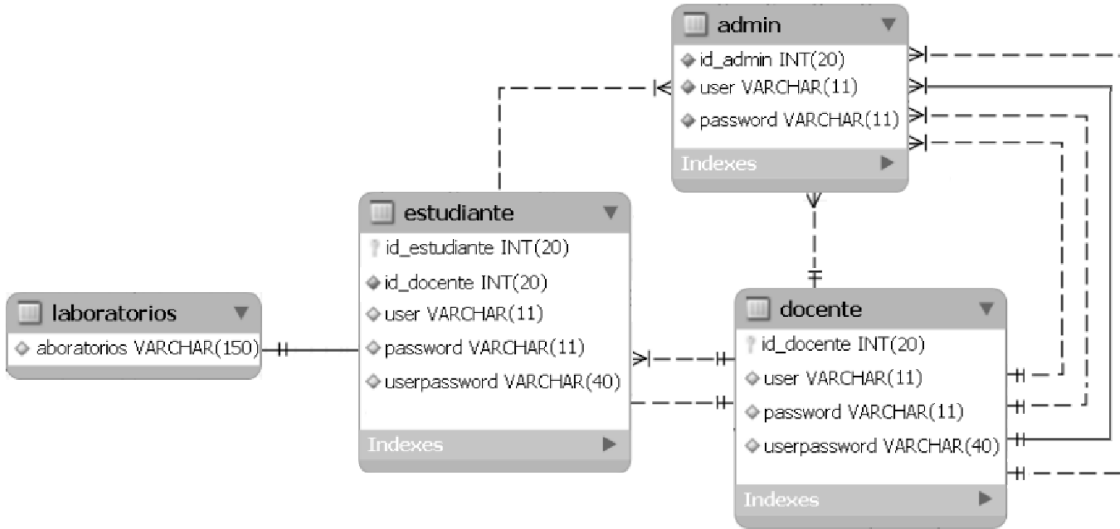


Figura 2. Modelo de base de datos para un Laboratorio Remoto. Tomado de (Musa, 2012)

Resultados

El sistema de laboratorio de ciencias virtual propuesto.

El objetivo principal de crear el VSL fue facilitar el proceso educativo de la ciencia al mover todo el entorno de la realidad a la virtual. Esta transición incluye el reemplazo de equipos pesados con herramientas gráficas, que son más fáciles y rápidas de mover con funciones de arrastrar y soltar. Además, el VSL necesita soporte técnico en lugar de un técnico científico. Además, el VSL utiliza equipos técnicos, como computadoras, componentes de Internet y software especializado, que cuestan mucho menos que los equipos utilizados en los HOL.

La arquitectura cliente servidor propuesta está basada en una plataforma web diseñada para presentar un entorno de laboratorio seguro e interactivo, creando un espacio de aprendizaje virtual que permite a los estudiantes realizar experimentos individualmente o en grupos de forma interactiva a través de Internet. Además, permite a los profesores agregar experimentos

adicionales para mejorar el conocimiento de sus alumnos y realizar pruebas de laboratorio para observar la mejora de sus alumnos.

Para el diseño del sistema se seleccionó un patrón de diseño por capas que permite el desarrollo incremental del proceso de prototipo (ver figura 3).

El sistema tiene dos tipos de usuarios: Los profesores, que coordinan el proceso de aprendizaje científico agregando nuevos experimentos para mejorar el conocimiento de los estudiantes y crear pruebas para monitorear el desempeño de sus estudiantes. Los estudiantes, que pueden realizar varios experimentos y completar las pruebas disponibles. Además, el sistema proporciona un entorno interactivo y seguro para los estudiantes y sus profesores, facilitando la comunicación directa entre estudiantes y profesores en cualquier lugar y en cualquier momento.

Para la implementación del sistema se usa HTML, ASP.net y Java Script como lenguajes de programación y conectarlo a una base de datos SQL, como se muestra en la figura 3.

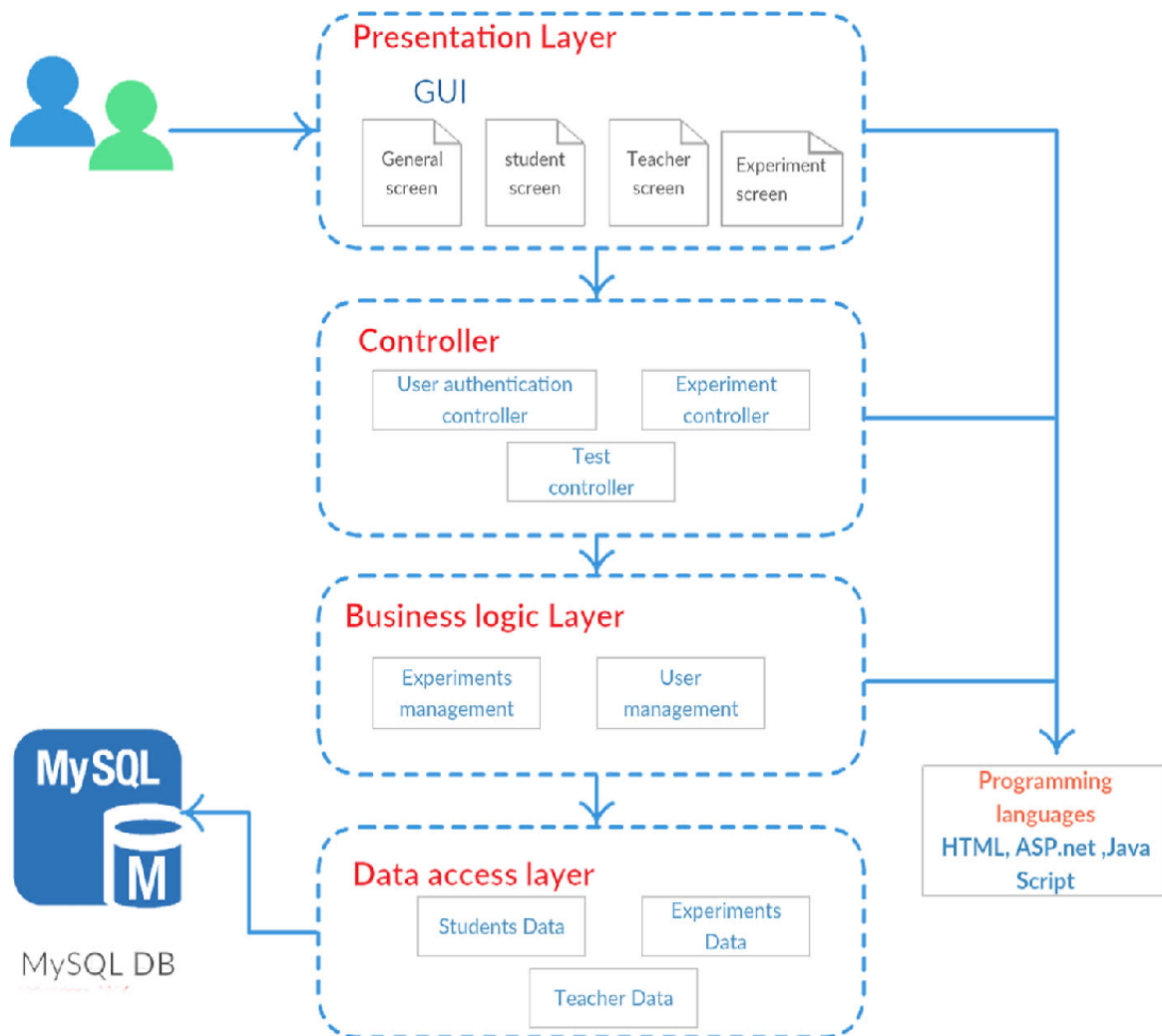


Figura 3. La arquitectura en capas para el sistema de laboratorios virtuales

Conclusiones

La construcción de un laboratorio virtual para la enseñanza y el aprendizaje es un proceso muy complicado. Debido a que los experimentos realizados en laboratorios tradicionales no son fáciles de transferir al entorno virtual, se necesitan conocimientos técnicos y habilidades en diversas áreas como diseño de interacción, visualización y pedagogía, involucrando el diseño y producción de textos, imágenes, ambientes e interactividad; su producción requiere programación y animación.

La arquitectura propuesta permite generar alternativas al modelo tradicional de laboratorios, ofreciendo la posibilidad de tener a disposición un laboratorio como servicio a través de Internet o Intranet. Las ventajas que encontramos son:

- Ampliar y extender la posibilidad de realizar prácticas de laboratorios que maximicen las aplicaciones académicas adquiridas, aprovechándolas desde un lugar descentralizado.
- Ofrecer una alternativa online que brinde servicios TIC relacionados con las prácticas de laboratorios que realizan los estudiantes en sus espacios académicos.
- Desarrollar y proveer entornos flexibles y colaborativos de trabajo académico orientados a que los estudiantes aprendan mediante la experiencia poniendo en práctica el método de ensayo y error.
- La arquitectura da la opción a los estudiantes que utilicen el software y aplicaciones académicas y su tecnología propia.

- La infraestructura propuesta permite el aprovechamiento del contenido digital, las aplicaciones académicas y simuladores, los dispositivos de escritorio, móviles y la comunicación inalámbrica, entre otros, para brindar experiencias de enseñanza-aprendizaje a los usuarios en cualquier momento y en cualquier lugar; donde los usuarios se sitúen en contextos de aprendizaje auténticos para enfrentar experiencias con el fin de lograr un aprendizaje significativo (Cárdenas y Peña, 2018).

Referencias

Cárdenas- L, Peña A. (2018). Ubiquitous learning: A systematic review. *Telematics and Informatics*, Volume 35, Issue 5. Pag 1097-1132. ISSN 0736-5853. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.01.009>.

Delgado Martinez L. (2019). Aprendizaje centrado en el estudiante, hacia un nuevo arquetipo docente, Ediciones Universidad de Salamanca - Permalink: <http://digital.casalini.it/10.14201/et2019371139>

154 Permalink: <https://doi.org/10.14201/et2019371139154>

Engineering Accreditation Commission, Criteria for accrediting engineering programs. (2022). <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2022-2023/>

Gibbins, L. and Perkin, G. (2013). *Laboratories for the 21st Century in STEM Higher Education*, Loughborough: Loughborough University.

Hou, Y., & Wang, F. (2010, August). Web-based virtual laboratory for Mechanical Engineering. In *2010 5th International Conference on Computer Science & Education* pp. 1601-1604. IEEE.

Lindsay, E., Naidu, S., & Good, M. (2007). A different kind of difference: Theoretical implications of using technology to overcome separation in remote laboratories. *International Journal of Engineering Education*, 23(4), 772.

Musa, R. Z. (2012). Laboratorios Remotos: Actualidad y tendencias futuras. *Scientia et Technica*, 2(51), 113-118.