

Implementación de una práctica de laboratorio virtual de familiarización para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Hidráulica

Implementation of a virtual laboratory practice for familiarization in the Teaching-Learning Process in Hydraulic Engineering

Indira Ordoñez Reyes¹. Maray Garrido Monagas². Sonia Pérez Lovelle³.

Modesto Ricardo Gómez Crespo⁴

¹⁻³ Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE).
iordonez@tesla.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1093-5606>

² Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA).

maraygm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0349-7676>

³ sperezl@ceis.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4197-2856>

⁴ Viceministro Primero del Ministerio de Educación Superior (MES)

modesto@mes.gob.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9220-3942>

Recibido: 12 de mayo de 2025

Aprobado: 25 de agosto de 2025

Resumen

El Centro de Investigaciones Hidráulicas y el Centro de Referencia para la Educación de Avanzada de la CUJAE han desarrollado desde el año 2000 el laboratorio MultiH.Virtual. El mismo contiene 34 prácticas virtuales, que se utilizan en el transcurso de la carrera Ingeniería Hidráulica, como una de las tendencias en la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación a la Educación. Recientemente se ha implementado una nueva versión del MultiH.Virtual en 3D con dos prácticas pertenecientes al Banco de Tuberías. Además, contiene una práctica virtual de familiarización con un nuevo ambiente de trabajo que enriquece la experiencia de usuario, tanto en lo tecnológico, como en el funcionamiento del sistema y el contenido de la especialidad. Dicha práctica virtual, ofrece un recorrido virtual guiado por orientaciones que ayudan al estudiante a la comprensión de la teoría y se integra de forma dinamizadora al sistema de medios de enseñanza-

aprendizaje de la asignatura Introducción a la Ingeniería Hidráulica y Ambiental. De igual forma, muestra los pasos a seguir durante el procedimiento experimental del proceso tecnológico, para un desarrollo de la práctica con éxito y buenos resultados de aprendizaje. En el pregrado es un apoyo fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto de manera presencial como a distancia. Los estudiantes pueden interactuar con el software en todo momento, desde cualquier lugar, favoreciendo el e-learning y el aprendizaje teórico-práctico. El artículo tiene como objetivo implementar una práctica virtual de familiarización para el proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación teórico-práctica de ingenieros hidráulicos.

Palabras clave: práctica de laboratorio virtual, familiarización del contenido, e-learning, aprendizaje teórico-práctico, proceso de enseñanza-aprendizaje, ingeniería hidráulica.

Abstract

Since 2000, the Hydraulic Research Center and the Center for Advanced Education Reference at CUJAE have been developing the MultiH.Virtual laboratory. This laboratory contains 34 virtual labs used throughout the Hydraulic Engineering program, reflecting a trend in the integration of Information and Communication Technologies into education. A new 3D version of MultiH.Virtual has recently been implemented, featuring two labs from the Pipe Bank. It also includes a virtual lab designed to familiarize students with a new work environment, enriching the user experience in terms of technology, system operation, and the subject matter. This virtual lab offers a guided tour with instructions that aid students in understanding the theory and is dynamically integrated into the teaching and learning resources for the Introduction to Hydraulic and Environmental Engineering course. Similarly, it outlines the steps to follow during the experimental procedure of the technological process, ensuring successful practical application and positive learning outcomes. At the undergraduate level, it provides essential support in the teaching and learning process, both in person and remotely. Students can interact with the software at any time, from anywhere, facilitating e-learning and theoretical-practical learning. This article aims to implement a virtual familiarization exercise for the teaching and learning process in the theoretical and practical training of hydraulic engineers.

Keywords: virtual laboratory practice, content familiarization, e-learning, theoretical-practical learning, teaching-learning process, hydraulic engineering.

Licencia Creative Commons



Introducción

Las universidades se han desarrollado y transformado con nuevas misiones, han modificado programas y estrategias que a su vez generan novedosos procesos internos y externos que requieren de un continuo análisis y renovación. Integrando cada vez más las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a los procesos educativos, trae consigo beneficios que favorecen el aprendizaje de los estudiantes. En tal sentido, la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), comprometida con el encargo social en la formación de ingenieros y arquitectos integrales, tiene entre sus metas, integrar las TIC a los procesos de enseñanza-aprendizaje en respuesta a la creciente necesidad de formar profesionales que respondan a las demandas de la sociedad cubana [1], [2], [3], [4].

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas. El objetivo 4, se refiere a la Educación de Calidad, formulado como: garantizar una educación inclusiva, y equitativa de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. De modo que, elevar el impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación, forma parte del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 de la nación cubana, con ejes estratégicos afines a los ODS [5].

En el Informe Horizon EDUCAUSE 2025 | Edición de enseñanza y aprendizaje, se abordaron las tendencias e innovaciones tecnológicas que pueden aplicarse a la educación. Precisamente las tecnologías en función de la educación superior en los próximos años brindan la posibilidad de varios avances, en cuanto a las tecnologías emergentes: la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la realidad virtual y las plataformas de aprendizaje en línea, entre otras, pueden ser integradas a los laboratorios virtuales y simuladores, para transformar de forma armónica los procesos de enseñanza-aprendizaje en carreras de ingeniería [6].

En el Reglamento organizativo del proceso docente y de dirección del trabajo docente y metodológico para las carreras Universitarias en su artículo 278.1 y 2 de la Resolución No. 47/2022, se declara: "La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos y técnicas de trabajo y de la investigación científica; amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura o disciplina mediante la experimentación, empleando para ello los medios

necesarios. Las prácticas de laboratorio, se realizan en instalaciones propias de las instituciones de educación superior o en las que existen en las unidades docentes u otras entidades laborales.

Como norma, en este tipo de clase se debe garantizar el trabajo individual de los estudiantes en la ejecución de las tareas previstas". En el reglamento queda clara la necesidad de la relación teoría-práctica, no obstante, en las clases de tipo práctica de laboratorio, se insiste un poco más en los aspectos procedimentales y las técnicas de trabajo, por encima de la profundización en los aspectos de la teoría [7]. Los laboratorios virtuales son un medio de enseñanza-aprendizaje de gran utilidad que apoyan a la tipología de clase: práctica de laboratorio. Reducen los riesgos y costos en infraestructura de las Instituciones de Educación Superior. Pueden estar integrados por contenidos, actividades de aprendizaje y materiales educativos digitales de gran valor pedagógico y tecnológico, con un costo mucho menor en comparación con el mantenimiento de una infraestructura que conllevaría la instalación de un laboratorio real. No logran sustituir a los laboratorios físicos, pero garantizan la formación científico - tecnológica del estudiante. Podrían utilizarse para ofrecer experiencias que simulen entornos reales, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas y específicas para su puesto de trabajo en un entorno seguro y controlado, son especialmente útil en campos como la salud y la ingeniería [8], [9], [10], [11], [12].

El MultiH.Virtual es un laboratorio que cuenta con 34 prácticas virtuales diferentes y se ha empleado por más de veinte años en la enseñanza de materias como: Mecánica de los Fluidos I y II, Hidráulica de Canales y Sistema de Bombeo, entre otras, impartidas en la carrera de Ingeniería Hidráulica en varias universidades cubanas y extranjeras. Con el paso del tiempo han surgido necesidades, como la incorporación de nuevas prácticas, que apoyen el diseño didáctico de las asignaturas como parte del currículo. También las tecnologías representan un auge vertiginoso, creando una diferencia en cuanto a la calidad con los softwares de hoy. En la CUJAE, específicamente en el primer año del Plan de Estudio E de Ingeniería Hidráulica, se imparte la asignatura Introducción a la Ingeniería Hidráulica y Ambiental en donde los estudiantes reciben los conocimientos básicos de la carrera. Luego, son aplicados en la asignatura optativa Hidráulica Virtual que acerca a los estudiantes en el manejo de dicho software con la integración de prácticas virtuales como medios de enseñanza-aprendizaje. Para motivar el empleo del MultiH.Virtual

en otras asignaturas, el Grupo de Virtualización de Procesos del CIH en colaboración con el CREA, consideran necesario la familiarización del estudiante, como usuario que interactúa con este medio de enseñanza-aprendizaje para potenciar su aprendizaje significativo y teórico-práctico en temáticas vinculadas a su profesión [13], [14].

En investigaciones previas, se han aplicado encuestas a estudiantes y profesores relacionadas con la utilización del laboratorio virtual. Estas arrojaron como resultados, la necesidad de tener una práctica virtual, que muestre la experiencia de recorrido, que permita la interacción con sus componentes y de esta forma familiarizarse con su funcionamiento antes de comenzar la práctica. De igual manera, debe representar el procedimiento experimental y el flujo de trabajo en casos de ejemplo de una práctica de laboratorio real, que permita al estudiante una mejor comprensión del proceso, para transitar con éxito, por los pasos a seguir en la interacción con una práctica de laboratorio virtual de familiarización [15]- [17].

Materiales y métodos

En la investigación se utilizó un enfoque dialéctico-materialista del conocimiento y se aplicó una investigación basada en diseño y mixta, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, que permiten estudiar y mejorar la creación de laboratorios virtuales para una formación profesional en carreras de ingeniería [18]. Como métodos de nivel teórico se utilizan los siguientes: el histórico-lógico para el estudio de las características de los procesos de enseñanza-aprendizaje y de los niveles de asimilación de los conocimientos y las habilidades, los laboratorios virtuales para la educación superior en las carreras de ingeniería, teniendo en cuenta su evolución histórica y desarrollo. El sistémico estructural funcional: se determinan las relaciones básicas que conforman el diseño de la práctica virtual de familiarización, además de establecer la correlación estructural entre todos los componentes.

En cuanto al método de nivel empírico, se utilizó la revisión documental: se utiliza a lo largo de toda la investigación para la revisión de la literatura especializada en torno a los documentos normativos del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en el análisis y valoración de los documentos tales como: reglamento para el trabajo docente y metodológico en la educación superior, los modelos del profesional, actas en reuniones de proyectos de investigación, informes técnicos como productos de los estudiantes en la actividad de práctica de laboratorio, plan de estudio, así como planes de clases, entre otros.

El método casos prácticos de pruebas de software: como parte del proceso de validación se diseñaron casos de prueba para evaluar el correcto funcionamiento de las opciones de configuración y analizar los resultados esperados por el sistema y los resultados que realmente se obtienen. Se realizaron las pruebas de estrés y funcionales, para identificar y resolver los problemas identificados. Asimismo, se verifica si es suficiente, el diseño estructural de la práctica de laboratorio virtual de familiarización del banco de tuberías en la carrera de Ingeniería Hidráulica.

Resultados

La implementación de la práctica de laboratorio virtual de familiarización, enfocada en mejorar el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA) en la asignatura Hidráulica Virtual representa una oportunidad para transformar la educación en este campo. Al integrar recursos interactivos y escenarios prácticos dentro de un entorno digital accesible, se puede potenciar la formación técnica de los estudiantes, preparándolos mejor para contribuir a su desempeño profesional.

Con el diseño de la práctica de laboratorio virtual de familiarización, se representan las características del PEA, mediante la dinámica de sus componentes utilizando un espacio virtual como soporte para el mismo. Un aspecto que es necesario considerar en el PEA es lo relativo a los niveles de asimilación de los conocimientos y las habilidades, pues tiene que ver con la búsqueda de una eficiencia superior en el aprendizaje de los estudiantes, tiene también una relación muy estrecha en cómo el profesor organiza y dirige el proceso en sus clases, ya que ha de precisar estos niveles desde la formulación de los objetivos. Se trata de que cada grupo de habilidades esenciales que deben aprender los estudiantes en la carrera transcurra por los diferentes niveles de asimilación. En relación con los niveles de asimilación de los conocimientos y habilidades, se consideran los siguientes [19]:

- Familiarización: el estudiante debe reconocer los conocimientos y las habilidades que se les han presentado, aunque no pueda reproducirlo en esos momentos.
- Reproducción: indica repetición del conocimiento asimilado o de la habilidad adquirida. Identificar, fijar características y relaciones esenciales, describirlas.
- Aplicación: se utilizan los conocimientos o las habilidades adquiridas, trabaja con los rasgos de esencia del contenido del concepto y transfiere esta esencia en la diversidad de cosas que se le presentan.

- Creación: supone la capacidad de resolver situaciones nuevas, para lo cual no son suficientes los conocimientos adquiridos, elabora sus propias estrategias de aprendizaje, aplicarlas en la solución de las tareas.

Entre los distintos niveles de asimilación existe una relación muy estrecha, porque para llegar al nivel reproductivo de un contenido es necesario haber logrado la familiarización, así como la aplicación debe tener implícito la reproducción. Para alcanzar el nivel de creación, se tiene que haber logrado lo anterior, por tanto, funcionan a manera de espiral en desarrollo, partiendo de los niveles inferiores hacia los superiores. Si bien, con esta práctica virtual los estudiantes se encuentran en un primer nivel de asimilación, luego, en las interacciones con las demás prácticas virtuales que están integradas en el MultiH.Virtual y las cuales tienen características diferentes, estos logran un tránsito hacia niveles superiores con su participación protagónica y responsable.

Los autores recomiendan que desde el comienzo de la asignatura Introducción a la Ingeniería Hidráulica y Ambiental e Hidráulica Virtual, se debe compartir el laboratorio MultiH.Virtual, facilitándole al estudiante las posibilidades de exploración y familiarización con el medio de enseñanza-aprendizaje antes de recibir una conferencia o clase práctica. Desde el inicio se les debe orientar un problema o caso de estudio a resolver y a través del MultiH. Virtual, se puede identificar la teoría y resolverlo en la práctica, siendo coherente con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), como metodología activa que se centra en que el estudiante adquiera conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real. Su finalidad es formar estudiantes capaces de analizar y enfrentarse a los problemas mediante la motivación, el aprendizaje significativo, el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo, entre otros, de la misma manera en que lo hará durante su actividad profesional, promoviendo tres aspectos básicos: la gestión del conocimiento, la práctica reflexiva y la adaptación a los cambios [20].

En cuanto a la interrelación entre conceptos, se establecieron las particularidades siguientes:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje es el marco general de la propuesta.
- El ABP es la estrategia metodológica, para la resolución de problemas.
- El laboratorio virtual y otros medios de enseñanza-aprendizaje son recursos educativos que facilitan la práctica virtual de familiarización.
- Todo esto converge en un aprendizaje teórico-práctico, aplicado a la Ingeniería Hidráulica, donde el estudiante no solo memoriza fórmulas, sino que las utiliza

para resolver problemas reales.

En la figura 1, se muestran los conceptos fundamentales interrelacionados con un enfoque pedagógico integral.

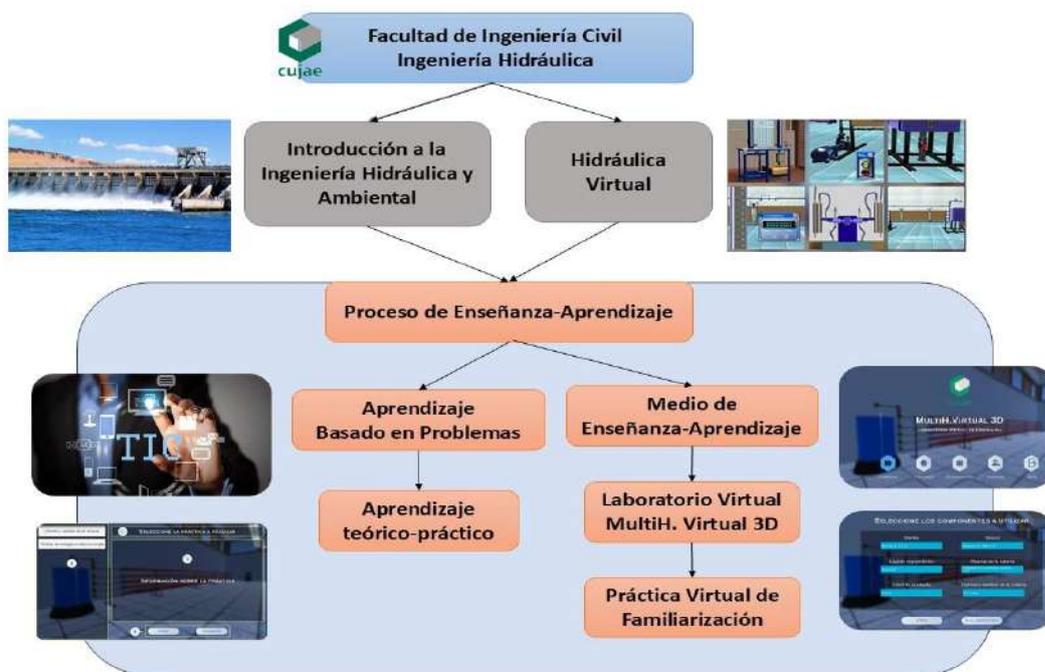


Figura 1. Integración de los elementos y conceptos fundamentales. Fuente: Elaboración propia.

La familiarización es un proceso clave en la adquisición de conocimientos y habilidades, ya que permite a los estudiantes sentirse cómodos y seguros en un nuevo entorno o con nuevos contenidos. Cuando el estudiante está familiarizado con un tema, objeto o entorno, su participación se hace más activa y toma un papel protagónico. Esto les permite concentrarse mejor en el aprendizaje y la práctica. Crea una base sobre la cual se pueden construir nuevos conocimientos que sirven como prerequisites, para aprender y entender ideas más complejas. La familiarización permite que los conocimientos se adapten de manera más efectiva en entornos, tecnología o contexto de las ciencias técnicas como el caso de las ingenierías, cuanto más familiarizado esté el estudiante con un procedimiento tecnológico, más competente será al ejecutarlo. Es un paso fundamental para la apropiación efectiva de conocimientos y habilidades, ya que establece un marco que facilita el aprendizaje, reduce barreras y promueve un ambiente propicio para el desarrollo personal y profesional [21].

Implementación de una práctica de laboratorio virtual de familiarización para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Hidráulica

Para la implementación de la práctica de familiarización se utilizó el software Unity, que es un motor de juegos en tiempo real, utilizado para crear videojuegos. No solo es una herramienta de desarrollo profesional utilizada diariamente por miles de desarrolladores experimentados, sino también una de las más accesibles para los desarrolladores de juegos que comienzan. Posee una curva de aprendizaje baja-media, la cual indica que es un motor fácil de aprender. El lenguaje de programación utilizado fue C#, el cual es moderno y orientado a objetos. La nueva versión del laboratorio virtual MultiH. Virtual, que está implantada, es un ejemplo de la aplicación anteriormente mencionada.

El usuario inicia la interacción con las funcionalidades de la práctica de laboratorio virtual de familiarización a partir del cumplimiento de tres precondiciones: debe seleccionar el banco de tuberías, elegir la opción realizar la práctica de familiarización y luego acceder al laboratorio. A continuación, se muestra en las figuras 2 y 3 algunos ejemplos de los prototipos de interfaz de usuario.

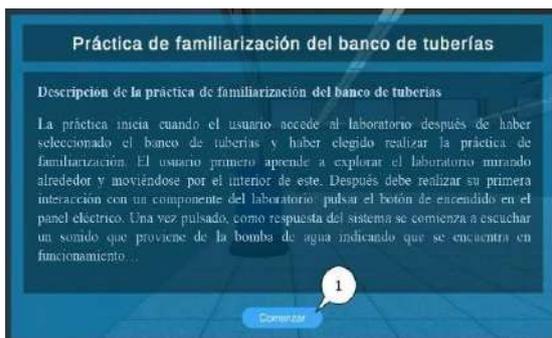


Figura 2: Descripción de la práctica de laboratorio virtual. Fuente: Elaboración propia.

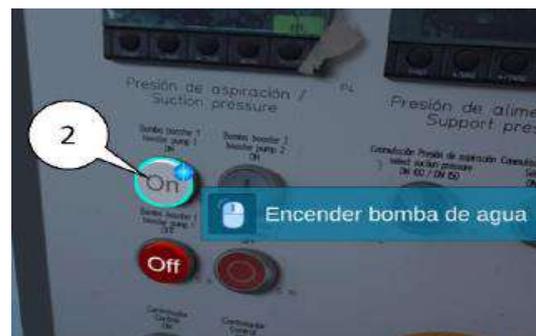


Figura 3: Funcionamiento de la bomba de agua. Fuente: Elaboración propia.

La interacción se inicia cuando el usuario accede al laboratorio virtual después de haber seleccionado el banco de tuberías y haber elegido realizar la práctica de familiarización. El usuario primero aprende a explorar el laboratorio mirando alrededor y moviéndose por el interior de este. Después debe realizar su primera interacción con un componente del laboratorio: pulsar el botón de encendido en el panel eléctrico. Una vez pulsado, como respuesta del sistema se comienza a escuchar un sonido que proviene de la bomba de agua indicando que se encuentra en funcionamiento. Seguido debe abrir las dos válvulas del quinto nivel para permitir el paso del agua a través de las tuberías. Una vez abiertas, debe extraer el aire que se encuentra en las tuberías manipulando el manifold¹. Para esto debe abrir la válvula

¹Manifold: sistema de drenaje de aire de la rama en U.

izquierda y la válvula derecha del manifold cada una por 5 segundos hasta que se extraiga todo el aire. Una vez abiertas, se comienza a escuchar un sonido como respuesta del sistema indicando que el aire se está purgando. Una vez terminado este proceso debe cerrar las válvulas. Seguido debe abrir la válvula que permite la entrada de agua al tanque de aforo. Una vez abierta, se comienza a escuchar un sonido como respuesta del sistema indicando el llenado del tanque. Mientras el tanque se llena, el usuario debe inspeccionar el piezómetro por 10 segundos para visualizar como sube el nivel del agua del tanque. Después debe cerrar la válvula de entrada de agua al tanque. Una vez cerrada, como respuesta del sistema se detiene el sonido de llenado del tanque. Para vaciar el tanque debe abrir la válvula que se encuentra en la base de este. Una vez vaciado debe cerrar dicha válvula. Seguido debe cerrar las dos válvulas del quinto nivel. Por último, debe apagar la bomba de agua pulsando el botón de apagado en el panel eléctrico. Como respuesta del sistema, se detiene el sonido de la bomba de agua en funcionamiento [17].

Los principales requisitos funcionales que componen la nueva versión del MultiH.Virtual son: el sistema debe proveer al usuario la capacidad de realizar recorrido de familiarización y de inspeccionar la información del componente seleccionado. En cuanto a requisitos de calidad, en particular la Usabilidad: permite la lectura en inglés o en español; debe existir un recorrido de familiarización donde los usuarios adquieran el conocimiento básico para trabajar con el laboratorio. Durante el recorrido de familiarización, se debe brindar material de entrenamiento y documentación para la utilización adecuada de cada componente de las prácticas. Con respecto al requisito Fiabilidad: el sistema debe mostrar la información de cada componente, que el usuario seleccione durante el recorrido de familiarización o en la ayuda [17].

Discusión de los resultados

Como parte del proceso de validación de la propuesta se diseñaron casos de prueba en el cual se especifica la entrada y la salida esperada del sistema. Esto demuestra el correcto funcionamiento del mismo en los diferentes escenarios que forman parte de la prueba. Las pruebas de software son un elemento crítico para la garantía de la calidad del software y representa una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación [22]

Implementación de una práctica de laboratorio virtual de familiarización para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Hidráulica

Dentro de las pruebas de software más factibles de aplicar, se encuentran: pruebas de rendimiento: son las que miden el rendimiento del software con diferentes cargas de trabajo. Pruebas funcionales: a través de pruebas de caja negra, se verifican las funciones del sistema.

- Resultados de las pruebas de estrés: en el desarrollo de videojuegos, las pruebas de estrés se emplean para evaluar el rendimiento y la estabilidad bajo condiciones extremas. Estas pruebas suelen incluir incrementos en la cantidad de jugadores en línea, uso de diferentes configuraciones de hardware, y evaluar la conectividad de red, en el MultiH.Virtual 3D se adopta y adapta esta metodología [23].

El laboratorio no presenta conexiones a servidores ni utiliza servicios en línea, por lo que el enfoque se centra en aumentar la carga de actividades simuladas dentro del entorno virtual. Esto implica la implementación de un gran número de objetos interactivos y simulaciones complejas para provocar intencionalmente una degradación del rendimiento.

Se ejecutaron 24 simulaciones de fluidos en canales de pendiente variable de manera simultánea usando tres configuraciones de hardware diferentes (A, B, C), mostradas en la tabla 1, clasificados como gama baja, media y media-alta respectivamente. Durante la prueba se accionaron todas las compuertas de los canales dejando fluir, acumularse y desbordarse el agua. Para la realización de la prueba se definió un tiempo total en el cual se analizó el comportamiento del número total de imágenes dibujadas en pantalla. La prueba duró 100 segundos de los cuales se registraron intervalos de 5 segundos con el total de FPS dibujados en el segundo correspondiente [17].

Teniendo en cuenta una tasa de 30 FPS como el umbral para una experiencia fluida y agradable en entornos virtuales, la prueba realizada busca revelar condiciones que conduzcan a un rendimiento inferior a dicho límite. Durante la selección de hardware para la realización de la prueba de estrés, se priorizaron ordenadores de gama baja y media.

Tabla 1. Hardware empleado en la realización de las pruebas de estrés. Fuente: Elaboración propia.

| Especificaciones | Hardware A | Hardware B | Hardware C |
|-------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|
| CPU | Intel(R) Core (TM) i7-8550U CPU @ 1.80GHz 2.00 GHz | Intel I7-9750H 2.60GHz | AMD Ryzen 5 6600H 3.30 GHz |
| GPU | Intel UHD Graphics 620 | NVIDIA GeForce RTX 2060 6gb | NVIDIA GeForce RTX 3050 |
| RAM | 12GB | 16GB | 16GB |
| Resolución | 1366x768 | 1920x1080 | 1920x1080 |

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas variaron según el hardware. En la configuración más modesta, el sistema mantuvo un rendimiento aceptable con FPS fluctuando entre 40 y 60. En las configuraciones de hardware superiores, el rendimiento fue notablemente mejor, alcanzando FPS superiores a 200. Estos hallazgos evidencian que el sistema diseñado es capaz de manejar múltiples simulaciones con eficacia, cumpliendo y superando el estándar de 30 FPS.

Resultados de las pruebas funcionales: estas demuestran el correcto funcionamiento del sistema en los diferentes escenarios, que forman parte de cada prueba. Se diseñaron varios casos de prueba, un ejemplo es "Realizar práctica de familiarización", en la tabla 2 se muestra una síntesis con los resultados. El objetivo de la prueba es verificar que cada acción realizada durante la práctica de familiarización corresponda con la respuesta esperada.

La descripción de la prueba, parte con el acceso al menú de selección de bancos de trabajo a través del menú principal. Se selecciona el banco de tuberías y se elige la opción de realizar la práctica de familiarización. Una vez dentro del laboratorio se comprueba que: funcionan correctamente los paneles que se muestran, se cargan correctamente los pasos a realizar, los pasos se cumplen y se actualizan una vez realizada la acción correspondiente, las acciones realizadas corresponden con los pasos a realizar, los componentes a interactuar son resaltados con un borde luminoso, al seleccionar un componente aparece un menú flotante mostrando las opciones posibles a realizar con dicho componente, se muestran las miniventanas y funcionan correctamente las vistas interactivas. Las condiciones son: seleccionar el banco de tuberías y elegir realizar la práctica de familiarización

Tabla 2. Síntesis del caso de prueba de la práctica de familiarización. Fuente: Elaboración propia.

| Combinaciones de valores de entrada | | | Resultados Esperados | Resultados Reales |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| CP | Escenario | Acción a realizar | | |
| 1 | Se muestra el panel inicial | Clic en el botón "Continuar" | Se oculta el panel inicial y se cargan los primeros pasos a realizar | Se oculta el panel inicial y se cargan los primeros pasos a realizar |
| 2 | Se muestra el panel final | Clic en el botón "Elegir otra práctica" | Se carga el menú de selección de la práctica de laboratorio | Se carga el menú de selección de la práctica de laboratorio |

Implementación de una práctica de laboratorio virtual de familiarización para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Hidráulica

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| | | Clic en el botón "Ir al menú principal" | Se carga el menú principal | Se carga el menú principal |
| 3 | Se oculta el panel inicial y se cargan los primeros pasos | Realizar los pasos que se van mostrando en el panel "Objetivos" | A medida que los pasos se van cumpliendo, estos se desvanecen y aparecen los nuevos a realizar | A medida que los pasos se van cumpliendo, estos se desvanecen y aparecen los nuevos a realizar |
| | | | Los pasos se van actualizando en el orden correcto | Los pasos se van actualizando en el orden correcto |
| 4 | Se cargan los pasos que involucran interactuar con un componente del laboratorio | Seleccionar e interactuar con los componentes del laboratorio | Aparece un borde luminoso alrededor de los componentes que se corresponden con los pasos cargados | Aparece un borde luminoso alrededor de los componentes que se corresponden con los pasos cargados |
| | | | Al interactuar con un componente, se desvanece el paso que corresponde a dicho componente y desaparece su borde luminoso | Al interactuar con un componente, se desvanece el paso que corresponde a dicho componente y desaparece su borde luminoso |

En las pruebas realizadas los resultados reales se corresponden con los resultados esperados. Luego de un análisis de los datos resultantes de las pruebas de estrés, se evidencia que son resultados satisfactorios y garantizan que el sistema soporte elevadas cargas de trabajo. Se pudo comprobar que el sistema responde correctamente ante las acciones del usuario durante la práctica de familiarización del banco de tuberías. La práctica virtual de familiarización permite que el estudiante domine previamente el entorno de laboratorio, como: equipos, instrumentos, procedimientos y variables. Lo cual, reduce la carga cognitiva durante la práctica real y favorece una comprensión más profunda de los fenómenos hidráulicos. El uso sistemático de prácticas virtuales de familiarización contribuye a una mayor integración entre teoría y práctica, porque el estudiante puede vincular los conceptos hidráulicos (pérdidas de carga, redes de tuberías, medición de caudales, entre otros.) con simulaciones cercanas a situaciones de un laboratorio real.

Estas prácticas permiten mayor diversidad de situaciones experimentales, sin las restricciones de tiempo, costo y seguridad propias del laboratorio físico, ampliando el espectro de experiencias formativas en la ingeniería.

Conclusiones

La práctica virtual de familiarización facilita la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos de forma más eficiente. Al simular escenarios hidráulicos, ofrece un entorno seguro y controlado para experimentar sin los riesgos de la práctica en campo. Estas prácticas promueven la participación activa y la motivación del estudiante mediante el uso de herramientas digitales, lo que mejora la comprensión de los conceptos. Además, permiten aprender a ritmo propio y revisar contenidos cuantas veces sea necesario, favoreciendo un aprendizaje personalizado.

No solo refuerzan la teoría, sino que desarrollan habilidades técnicas esenciales para la formación profesional, incluyendo el manejo de software especializado. Esta experiencia prepara a los futuros ingenieros para enfrentar retos reales, dado que la industria valora cada vez más la familiarización con procesos digitales.

La integración de fundamentos teóricos y características del laboratorio virtual justifica la elección de Unity como plataforma. El diseño de una interfaz intuitiva para MultiH.Virtual 3D, con menús de configuración, selección de prácticas y componentes, facilita la interacción del usuario. La práctica de familiarización en el banco de tuberías asegura una adaptación rápida al sistema, y las pruebas funcionales confirmaron la efectividad y estabilidad de la solución.

Referencias bibliográficas

1. Zilberstein, Tjy Silvestre, OM. Didáctica desarrolladora desde el Enfoque Histórico Cultural. CEIDE ed. México 2005.
2. García, BG, Addine, FF, Salazar, FD, Pérez, GJC, González, C, José , García, OJ, et al. Didáctica: Teoría y Práctica. La Habana: ISP "Enrique José Varona"; 2002. 281 p.
3. Lozano, C, Franklin, E, González, Cy Erika, L. Innovación Educativa: Integrando las TIC en la Educación Superior. Revista Ciencia Latina, Educación [Internet]. 2024; 8(1):[5886 - 901 p.]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9430281>

Implementación de una práctica de laboratorio virtual de familiarización para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Hidráulica

4. Lay, N, Ortega, Ey Flores, Y. El Impacto de la Integración de las TIC en la Educación Superior. Revista Científica Orbis Cognita [Internet]. 2024; 8(1):[152 - 67p. pp.]. Disponible en: https://revistas.up.ac.pa/index.php/orbis_cognita/article/view/4609
5. Naciones Unidas. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3). Santiago2018.
6. Robert, J, Muscanell, N, McCormack, M, Pelletier, K, Arnold, K, Arbino, N, et al. 2025 EDUCAUSE Horizon Report | Teaching and Learning Edition 2025 Contract No.: Informe Horizon Report
7. Ministerio de Educación Superior. Resolución 47/2022 Reglamento organizativo del proceso docente y de dirección del trabajo docente y metodológico para las carreras universitarias. La Habana: Ministerio de Justicia; 2022.
8. Mirauda, D, Capece, Ny Erra, U. StreamflowVL: A virtual fieldwork laboratory that supports traditional hydraulics engineering learning. Applied Sciences [Internet]. 2019; 9(22):[49-72 p.]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/22/4972>
9. Francis, L. Prototipo Web para la implementación de prácticas virtuales de laboratorio de Hidráulica. La Habana: niversidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría; 2020.
10. Acosta, HS. Uso de un laboratorio virtual de automatización industrial y su relación con la actitud hacia el aprendizaje de estudiantes de ingeniería. Revista Tecnología, Ciencia y Educación [Internet]. 2025; 32:[210-34 p. pp.]. Disponible en: <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/24325>
11. Cavazos, SRL. El potencial del uso de laboratorios virtuales en la UANL. Revista Científica en Educación de la Universidad Autónoma de Nuevo León [Internet]. 2025;1(1):[80-91 p. pp.]. Disponible en: <https://innovacademia.uanl.mx/index.php/revista/article/view/7>
12. Collazo, DR, Gómez, CMR, Ayes, AGy Alvarez, AA. Proyecto "Laboratorios Virtuales". Aproximación a una metodología para la producción de Laboratorios Virtuales. Palacio de Convenciones. La Habana: Ponencia en la XVI Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura; 2012.
13. León, MAJ, Gómez, CMy Collazo, DR. Impactos en la aplicación del MultiH.Virtual. Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental [Internet]. 2018;

XXXIX(3):[37-51 pp.]. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000300037

14. Herrera, AT, Almanza, SYy Ordoñez, RI. Hidráulica Virtual: asignatura optativa para estudiantes de la carrera de Ingeniería Hidráulica. Revista Cubana de Educación Superior [Internet]. 2020; 39(3). Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142020000300004
15. Herrera, AT, Ordoñez, RIy Sánchez, A, Yanna. Impactos de la asignatura optativa Hidráulica virtual. Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental [Internet]. 2021; XLII(2): [76 - 88p. pp.]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382021000200076
16. Madruga, BY. Propuesta de un sistema de ayuda para el MultiH Virtual v7.0. Caso de estudio en las prácticas virtuales de "Redes de Tuberías" [Tesis de pregrado]. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" CUJAE; 2021.
17. Collazo, KL, Grenier, PGy Sainz, MAP. MultiH.Virtual 3D: simulación de prácticas de laboratorio de hidráulica. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría; 2023.
18. Guisasola, J. La investigación basada en el diseño: algunos desafíos y perspectivas. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias [Internet]. 2024; 21(2):[2801 p.]. Disponible en:
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/10581>
19. Méndez., TN. Propuesta Metodológica para orientar el tránsito hacia niveles superiores de asimilación en la asignatura Ciencias Naturales. La Habana: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona; 2009.
20. Vera, VR, Maldonado, ZK, Castro, PCy Batista, GY. Metodología del aprendizaje basado en problemas como una herramienta para el logro del proceso de enseñanza- aprendizaje. Revista Sinapsis [Internet]. 2021; 2(20). Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8474740>
21. Vygotsky, LS. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.: Harvard University Press; 1978.
22. Pressman, RSy Maxim, BR. Software engineering: a practitioner's approach2015.
23. Politowski, C, Petrillo, Fy Guéhéneuc, YG. A Survey of Video Game Testing2021.

Implementación de una práctica de laboratorio virtual de familiarización para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Hidráulica

Contribución de autoría: Los autores han colaborado en partes iguales, en todas las etapas del artículo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Todos los autores del artículo, declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

Autores

Indira Ordoñez Reyes. Máster en las tecnologías en los procesos educativos. Profesor asistente. Centro de Referencia para la Educación de Avanzada (CREA). Miembro del grupo de Expertos de Tecnología Educativa y de Educación a Distancia del Ministerio de Educación Superior (MES). Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE).

Maray Garrido Monagas. Doctora en Ciencias Técnicas, Investigador Agregado. Empresa Cubana de Navegación Aérea (ECNA), La Habana, Cuba.

Sonia Pérez Lovelle. Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora titular de la Facultad Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería Informática. Miembro de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación y de la Unión de Informáticos de Cuba. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE).

Modesto Ricardo Gómez Crespo. Doctor en Ciencias Técnicas, Investigador Auxiliar. Viceministro Primero del Ministerio de Educación Superior (MES). La Habana, Cuba.

