

PRÁCTICA EN DOCENCIA PARA MEJORAR LA ESTRATEGIA DE  
LABORATORIO DEL CURSO DE HIDRÁULICA DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA CIVIL

BRAYAN DUBÁN LAITON SUÁREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2022

1

PRÁCTICA EN DOCENCIA PARA MEJORAR LA ESTRATEGIA DE  
LABORATORIO DEL CURSO DE HIDRÁULICA DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA CIVIL

BRAYAN DUBÁN LAITON SUÁREZ

Director

Sandra Rocío Villamizar Amaya

Ph.D. Environmental Systems

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2022

2

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado primero a Dios, quien es mi fuerza en la vida y quien me ha dado la mano en las circunstancias más difíciles. Lámpara es a mis pies tu palabra y lumbrera a mi camino.

A mi familia, principalmente mis padres, quienes con gran dedicación y esfuerzo han sido un apoyo incondicional en mi vida; gracias porque su compañía y ejemplo han ayudado a construir la persona que soy hoy. Esta es solo una pequeña muestra de mi agradecimiento y amor por ustedes.

A dos excelentes maestras de las cuales aprendí mucho en mi formación personal y laboral, Sandra Milena Fontecha y Sandra Rocío Villamizar, gracias por ser un ejemplo de excelencia, responsabilidad y humildad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este documento es el resultado de la integración de diferentes recursos y del trabajo desarrollado por estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Civil de la UIS. Especialmente, se hace reconocimiento a:

Ingeniero Germán Eduardo Gavilán León, autor del documento Guía de Laboratorio de Hidráulica, insumo base de las guías de cada una de las prácticas de laboratorio.

Auxiliares del Laboratorio de Hidráulica que con el tiempo han ido consolidando información y recursos usados en la implementación de esta plataforma, y soportaron los ejercicios de prueba de funcionamiento con sus estudiantes (Luis Buitrago, Daniela Parra, Juliana Márquez, Juan Diego Guerrero e Iván Ramírez).

Ingenieros Sandra R. Villamizar y Andrés Almeyda, docentes del curso de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil, que han acompañado la implementación de la plataforma.

Vicerrectoría Académica de la Universidad Industrial de Santander que, a través de la convocatoria GradaTIC 2021, patrocinó al estudiante Brayan Dubán Laiton Suárez en el montaje de la plataforma como parte de su trabajo de grado en modalidad de práctica en docencia (directora: profesora Sandra R. Villamizar).

Ingeniero Jorge Iván Torres Camacho, profesional del Centro para el Desarrollo de la Docencia CEDEDUIS, quien apoyó y asesoró todos los procesos relacionados con el uso de la plataforma Moodle.

## CONTENIDO

	Pag
DEDICATORIA .....	3
MARCO DE REFERENCIA .....	12
1.1. Uso de plataformas virtuales en los componentes prácticos de la enseñanza .....	13
1.2. Prácticas del Laboratorio de Hidráulica de la UIS .....	14
OBJETIVOS .....	16
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
METODOLOGÍA.....	17
1.5. Guías de laboratorio .....	17
1.6. Aula virtual de aprendizaje .....	18
1.7. Recursos audiovisuales.....	19
1.8. Evaluación.....	20
RESULTADOS .....	21
1.9. Módulo virtual de aprendizaje .....	21
1.10. Elementos de evaluación.....	25
1.11. Plantillas de análisis de datos.....	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	32

## LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1: Presentación tipo rejilla de las prácticas en Moodle .....	21
Figura 2: Introducción al módulo de laboratorio de hidráulica .....	22
Figura 3: Secuencia del desarrollo del módulo parte 1 (Introducción y Objetivos) .....	23
Figura 4: Secuencia del desarrollo del módulo parte 2 (Recursos) .....	24
Figura 5: Secuencia del desarrollo del módulo parte 3 (Evaluación) .....	24
Figura 6: Banco de preguntas tipo práctica (Ejercicios) .....	25
Figura 7: Banco de preguntas tipo teórico .....	26
Figura 6: Plantilla de Excel tipo, parte 1 .....	28
Figura 7: Plantilla de Excel tipo, parte 2 .....	29

## LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1 .....	27

## RESUMEN

**TÍTULO:** PRÁCTICA EN DOCENCIA PARA MEJORAR LA ESTRATEGIA DE LABORATORIO DEL CURSO DE HIDRÁULICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**AUTOR:** BRAYAN DUBÁN LAITON SUÁREZ

**PALABRAS CLAVE:** Virtual, Aprendizaje, Evaluación, Información, Hidráulica, Laboratorio

**DESCRIPCIÓN:** El aula virtual de aprendizaje (AVA) es una herramienta estratégica para la gestión de la información en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Su utilidad fue notable durante la contingencia producida por la pandemia del COVID-19 pues obligó a la implementación de una estrategia de enseñanza en modalidad de presencialidad remota que afectó de manera significativa los cursos que contenían un componente práctico o de laboratorio. Este trabajo complementa la experiencia del laboratorio de Hidráulica de la UIS por medio de un componente virtual desarrollado en la plataforma Moodle que buscó centralizar información y facilitar la interacción docente-estudiante en los procesos previos y posteriores a la ejecución de las prácticas de laboratorio. Se desarrollaron nueve módulos correspondientes a las nueve prácticas de laboratorio que se realizan típicamente en un semestre académico del curso de Hidráulica. Cada módulo provee a los estudiantes la información necesaria para desarrollar la práctica (información de referencia, guía de la práctica y video descriptivo del proceso), y permite al docente y sus auxiliares realizar evaluación de conocimientos previos a través de un banco de preguntas, tener acceso a plantillas que incluyen los cálculos a desarrollar por los estudiantes y realizar la evaluación de los informes de prácticas desarrollados por los grupos de laboratorio a partir de una rúbrica establecida. Esta plataforma virtual del laboratorio de Hidráulica tomará ventaja del esfuerzo cooperativo entre auxiliares y profesores de la asignatura para buscar el mejoramiento continuo del material y los recursos de evaluación propuestos, entregando a los futuros usuarios una herramienta confiable y con métodos de calificación más eficientes y equitativos.

---

Práctica Docente

Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Sandra Rocío Villamizar Amaya.  
Ph.D. Environmental Systems.

## **ABSTRACT**

**TITLE:** TEACHING PRACTICE TO IMPROVE THE LABORATORY STRATEGY OF THE HYDRAULIC COURSE AT THE SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

**AUTHOR:** BRAYAN DUBÁN LAITON SUÁREZ

**KEY WORDS:** Virtual, Learning, Evaluation, Information, Hydraulics, Laboratory

**DESCRIPTION:** The virtual learning classroom (VLC) is a strategic tool for information management in teaching-learning processes. Its usefulness was notable during the contingency caused by the COVID-19 pandemic because it forced the implementation of a teaching strategy in a form of remote attendance that significantly affected the courses containing a practical or laboratory component. This work complements the experience of the Hydraulics laboratory at UIS through a virtual component developed on the Moodle platform that sought to centralize information and facilitate instructor-student interaction during previous and posterior stages of the execution of the laboratory sessions. Nine modules were developed corresponding to the nine laboratory practices that are typically performed in an academic semester of the Hydraulics course. Each module provides students with the information needed to develop the laboratory practice (reference information, practice guide and video description of the process), and enables the instructor and lab assistants to carry out prior knowledge assessment through a question bank, have access to templates that include the calculations to be developed by students, and carry out the evaluation of the reports developed by the laboratory groups based on an established rubric. This virtual platform of the Hydraulics laboratory will take advantage of the cooperative effort between teaching assistants and instructors of the subject to seek the continuous improvement of the material and evaluation resources proposed, providing future users with a reliable tool and more efficient and equitable rating methods.

---

Teaching practice

Department of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Advisor: Sandra Rocío Villamizar Amaya. Ph.D. Environmental Systems.

## INTRODUCCIÓN

La pandemia del COVID-19 ha generado grandes retos en la educación pues el cese de las actividades presenciales resultó en altas tasas de deserción escolar y en la disminución del rendimiento académico por la desconexión que existe entre los actores del proceso académico en condiciones de virtualidad [1]. Esta situación es aún más crítica cuando se orienta la atención a actividades prácticas y de laboratorio que contribuyen significativamente a los procesos de enseñanza-aprendizaje en condiciones de presencialidad, pero que han evidenciado ser uno de los puntos más débiles al depender en gran parte del intercambio oral entre instructores y estudiantes en el sitio [2]. Es necesario entonces repensar las experiencias prácticas y de laboratorio para que se soporten en un conjunto de estrategias didácticas que sean pertinentes para las diferentes modalidades de enseñanza que se están generando a partir del nuevo contexto global. El laboratorio de Hidráulica del programa de Ingeniería Civil de la UIS es un ejemplo claro de la problemática expuesta. Aunque este espacio académico cuenta con una infraestructura física adecuada, las condiciones de enseñanza presencial remota evidenciaron las debilidades existentes en cuanto a la disponibilidad de recursos y estrategias didácticas adecuadas para garantizar los resultados de aprendizaje esperados en estos espacios académicos. A la fecha existe un manual de prácticas de laboratorio que se distribuye a los estudiantes como un archivo en formato .pdf que contiene las copias del documento “Guía de Laboratorio de Hidráulica de Canales Abiertos” [3]. En condiciones pre-COVID, los estudiantes asistían al laboratorio para recolectar los datos de cada práctica y desarrollaban el informe de laboratorio de acuerdo con cálculos tipo ofrecidos en el manual, siguiendo las indicaciones del instructor y respondiendo a las preguntas formuladas en cada laboratorio. En condiciones de presencialidad remota fue necesario crear algunos videos que trataban de mostrar el proceso de recolección de información en el laboratorio de tal manera que a partir de estos dos recursos (manual y videos), los

estudiantes pudieran realizar sus informes de laboratorio usando datos enviados por los instructores de laboratorio. Este trabajo presenta una propuesta de integración, dentro de un espacio virtual de aprendizaje, de todos los recursos disponibles relacionados con las prácticas de laboratorio del curso de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil de la UIS, permitiendo acompañar la cadena de procesos asociados a la práctica de laboratorio: preparación, desarrollo de la práctica y procesos evaluativos.

## MARCO DE REFERENCIA

A través de la historia de la humanidad diferentes procesos han ido evolucionando constantemente y la educación superior no es la excepción puesto que enseñar es una tarea que debe avanzar en concordancia con los avances científicos y tecnológicos, y las demandas y condiciones del contexto. Se espera que el proceso educativo se constituya en una experiencia agradable, de fácil acceso, segura y de calidad. Esto es especialmente cierto en el caso de los laboratorios que son un soporte fundamental para el aprendizaje. La diversificación de las modalidades de enseñanza, así como las condiciones de contexto actual sanitario (pandemia COVID-19) han requerido esfuerzos de transición a plataformas virtuales que garanticen el mayor acceso y promuevan espacios de calidad que soporten el aprendizaje y las interacciones entre los actores del proceso enseñanza-aprendizaje [4].

Las plataformas virtuales de aprendizaje (PVA) son una de las estrategias actuales ofrecidas por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para dar solución a varias de las falencias y retos de la educación a distancia y de entornos de educación presencial. El objetivo principal de las PVA es mejorar las estrategias metodológicas de enseñanza y evaluación, y apoyar la organización del proceso educativo entre profesores y estudiantes. Esto se logra con la conformación de un entorno de aprendizaje creado por el instructor haciendo uso de las diferentes herramientas de interacción que promueve el aula virtual de forma sincrónica y asincrónica que encierra desde tareas, foros, animaciones, hasta video conferencias e intercambio de información en tiempo real [5].

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación es más amplio cada día y ha conducido al uso de las PVA en sociedades educativas de gran reconocimiento como el modelo europeo de educación superior [6], que sugiere una

adaptación a la innovación de las tecnologías y el contenido de las mismas, fomentando la participación activa de los estudiantes y facilitando el aprendizaje cooperativo entre profesores y alumnos, aportando positivamente a problemas como falta de tiempo, espacios y proporcionar un aprendizaje activo al estudiante para construir entornos más flexibles e innovadores. Sin embargo, es indispensable aclarar que las PVA son solo una herramienta de apoyo a la enseñanza y no garantizan por sí solas el alcance de las competencias académicas de todos los estudiantes [7].

### **1.1. Uso de plataformas virtuales en los componentes prácticos de la enseñanza**

Con la reciente pandemia y bajo la mirada crítica de la gestión administrativa de la educación, es necesario pensar en la forma en que las instituciones puedan abordar asuntos como pandemias, guerras o el calentamiento global [8]; por esta razón las instituciones educativas que pretendan estar a la vanguardia de los procesos de enseñanza-aprendizaje deben usar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, no como finalidad en sí mismas, sino como un valor agregado que promueve y fortalece los procesos educativos [9].

La incorporación de las TIC en las experiencias de laboratorio de instituciones de educación superior se ha planteado desde hace más de veinte años [10] y la crisis sanitaria reciente solo ha confirmado la utilidad de estas estrategias en la enseñanza presencial y remota [11]. Las instituciones de educación superior han incorporado estas estrategias de manera independiente [12] y ya hay estrategias comerciales que ofertan un sinnúmero de experiencias virtuales [13] pero también existen esfuerzos interinstitucionales para promover el desarrollo y uso de laboratorios virtuales para la enseñanza de la ingeniería [14].

## **1.2. Prácticas del Laboratorio de Hidráulica de la UIS**

Las prácticas del Laboratorio de Hidráulica del programa de Ingeniería Civil de la UIS son un componente fundamental del curso de Hidráulica; permiten explicar conceptos fundamentales de los principios de conservación de masa, energía y momento, y dan una visión al estudiante de las aplicaciones prácticas del movimiento del agua en conductos a presión y por gravedad. La actividad de los laboratorios está soportada en un manual de prácticas [3] y en el acompañamiento de un auxiliar de laboratorio que guía los procesos dentro del aula. Estos recursos fueron aceptables para el trabajo de los laboratorios en condiciones pre-COVID, pero evidenciaron muchas debilidades una vez surgidas las condiciones de enseñanza presencial remota. Entre las debilidades identificadas están:

- El manual de prácticas de laboratorio es un documento plano que no integra recursos pertinentes y actualizados para facilitar el proceso de aprendizaje
- Ausencia de recursos audiovisuales formales que soporten la experiencia de laboratorio
- Ausencia de herramientas para análisis de resultados.

Esto evita un aprendizaje óptimo y limita el desarrollo de las competencias asociadas a la experiencia de laboratorio (razonamiento cuantitativo, lectura crítica, etc.).

El documento Manual de Prácticas del Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Industrial de Santander está conformado por 9 prácticas:

1. Aforo por molinete
2. Derivación de la ecuación de energía específica

3. Transición de flujo subcrítico
4. Resalto hidráulico
5. Coeficiente de Manning
6. Flujo gradualmente variado perfil M2
7. Compuertas de admisión inferior
8. Calibración de vertederos
9. Canaleta Parshall

Cada una de ellas cuenta con marco teórico, objetivos, procedimiento, equipo utilizado, datos, cálculo tipo, tablas propuestas para la presentación de los datos y resultados, y preguntas para resolver. El documento que típicamente se distribuye a los estudiantes es un archivo plano digital en formato .pdf del libro Guía de Prácticas del Laboratorio de Hidráulica de Canales Abiertos [3] que no cumple con expectativas de usabilidad para promover el proceso de aprendizaje en el estudiante en la condición presente. Es necesario mejorar aspectos de fondo y forma mediante la integración de los contenidos y estructura existente con una estrategia de virtualización que integre recursos académicos y audiovisuales que propendan por una experiencia satisfactoria y motivadora para los estudiantes del curso de Hidráulica.

## **OBJETIVOS**

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Generar un espacio virtual de aprendizaje para el Laboratorio de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil que fortalezca el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de Hidráulica mejorando los recursos actuales e incorporando nuevos elementos que sean pertinentes para las diferentes modalidades de enseñanza.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conformar una nueva guía de prácticas de laboratorio que integre el documento existente con diferentes recursos disponibles, en un entorno digital.
- Diseñar hojas programadas en Excel que orienten los cálculos de cada práctica de laboratorio y que promuevan el uso y la interpretación de datos a través de la generación de tablas y gráficas.
- Modificar los videos de las prácticas de laboratorio para que sean cada uno un elemento independiente que incluya un contexto (cómo se relaciona cada práctica con la teoría del curso y las aplicaciones de la ingeniería), el proceso de la práctica y un planteamiento sobre las expectativas de análisis de cada práctica de laboratorio.
- Proponer herramientas didácticas e instrumentos de evaluación dentro de la plataforma Moodle que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje

## METODOLOGÍA

El desarrollo de la plataforma virtual del laboratorio de Hidráulica involucró (1) trabajar en la digitalización y mejoramiento de las guías de laboratorio, (2) el montaje e implementación del aula virtual de aprendizaje (AVA), (3) el montaje de hojas de cálculo para el análisis de datos, (4) el desarrollo y mejoramiento de recursos audiovisuales, y finalmente, (5) el desarrollo de instrumentos de evaluación.

### 1.5. Guías de laboratorio

La actualización y digitalización de las guías de laboratorio inició con un ejercicio de revisión de literatura que buscaba reconocer las fuentes usadas en el desarrollo de las guías originales y también identificar nuevas fuentes que ofrecieran recursos que permitieran actualizar dichas guías. El objetivo principal de la actualización de las guías era proveer información que aclarara o enriqueciera los documentos existentes. Dentro de las fuentes nuevas identificadas en este ejercicio de revisión están: El libro Hidráulica de canales [15], que ofrece ilustraciones más detalladas; Hidráulica de canales abiertos [16], que permitió extraer algunos fragmentos de información que complementaban texto del documento inicial ya que es una edición más reciente de la referenciada en el mismo; Hidráulica de canales: Fundamentos [17], del cual se extrajeron algunas ilustraciones relevantes. Una vez finalizada la búsqueda de recursos, se inició la digitalización de cada una de las guías usando la herramienta Microsoft Word [18]. Durante este proceso de digitalización se actualizaron las figuras y tablas que así lo requirieron, y se incorporaron también nuevos recursos, teniendo cuidado de incluir las fuentes de información respectivas.

Al manual de prácticas se le añadieron procedimientos y tablas de recolección de información basadas en las propuestas en el documento original pero planteadas en una estructura diferente que se consideró más eficiente y clara para su manejo. Los procedimientos para el análisis de datos siguen siendo los mismos ya que los

cálculos no varían, pero se presentan de una forma más clara y con algunas correcciones al documento original. Es necesario mencionar que en la práctica número uno (Aforo por molinete) no se cambió la información presentada pero sí el cálculo tipo ya que el equipo con el que se planteaba la práctica inicialmente (molinete) fue reemplazado por otro más moderno (medidor electromagnético de velocidad), el cual entrega un resultado más directo.

### **1.6. Aula virtual de aprendizaje**

El proceso inició con una capacitación en el uso de la plataforma Moodle acompañada por el ingeniero Jorge Iván Torres, profesional del CEDEDUIS, quien facilitó información relevante para el desarrollo de cada módulo de aprendizaje como: ejemplos de implementación de herramientas para el desarrollo de actividades de forma interactiva, aplicación de métodos de calificación, inclusión de información en el módulo, etc.

Se creó un módulo de introducción al laboratorio donde se describen los aspectos más relevantes del laboratorio de Hidráulica. Posteriormente, se planteó la estructura típica de un módulo (Introducción, objetivos, recursos y evaluación) y se procedió a trabajar en la generación de la información propia de cada práctica. Este proceso se desarrolló a la par con el avance de las prácticas del laboratorio de Hidráulica del semestre 2021-1 por lo que se contó con el acompañamiento de los auxiliares de laboratorio quienes aportaron con sus ideas y recursos en la alimentación de cada uno de los módulos. A la vez, se fue entrenando a los auxiliares en el uso de la plataforma como herramienta de enseñanza y evaluación.

Cada práctica cuenta con una plantilla de Excel que muestra al instructor y/o auxiliares de laboratorio los tipos de análisis de datos que se esperan por parte de los estudiantes. Estas plantillas están estructuradas de tal manera que se evidencia claramente cuáles son los datos de entrada, los cálculos a realizar y los datos de

salida, facilitando así los procesos de preparación del laboratorio y de calificación de informes por parte del auxiliar de laboratorio.

Esto se realizó para las todas las prácticas de laboratorio excepto la número nueve (Canaleta Parshall) que no se puede llevar a cabo en las condiciones actuales del laboratorio pues no se cuenta con la infraestructura adecuada para realizarla. Sin embargo, para esta práctica se realizó la digitalización del documento guía y se estructuraron las secciones típicas del módulo con la intención de que este sea actualizado/modificado en el futuro.

### **1.7. Recursos audiovisuales**

Gracias al trabajo de auxiliares de semestres anteriores se contaba con 8 videos (formato .mp4) que mostraban de manera básica el procedimiento para el desarrollo de las prácticas y un video de introducción al laboratorio. El trabajo se enfocó entonces en la edición de estos videos con la herramienta Filmora [19] para agregar audio y animaciones con el fin de hacerlos más llamativos. La estructura del formato de video fue organizada de la siguiente manera: presentación de la práctica, equipo utilizado en el desarrollo de esta, objetivos, pasos para el desarrollo y finalmente, los resultados que se esperan obtener a partir de la información recolectada en el laboratorio.

Fue necesario crear el video de la práctica 1 pues, por motivos de inconvenientes con el equipo requerido (molinete), este video no estaba disponible. El video desarrollado fue editado y formateado para cumplir con la estructura y estilo de los demás videos. No fue posible crear el video de la práctica 9 debido a que la canaleta Parshall del laboratorio está averiada.

## 1.8. Evaluación

Se plantearon dos estrategias de evaluación. Primero, la evaluación de presaberes que se propone trabajar por medio de un banco de preguntas teóricas y de ejercicios buscando garantizar que el estudiante llegue adecuadamente preparado al laboratorio. La expectativa es que este banco pueda ampliarse a partir de las contribuciones de los auxiliares semestre tras semestre. La codificación de las preguntas se estructuró de tal manera que cada práctica tenga su propio grupo de preguntas, ejemplo: si se está desarrollando la practica número tres, entonces la categoría será Práctica 3 y las subcategorías serán P3\_(Prácticas) o P3\_(Teóricas) en donde se definirá cual tipo de pregunta se quiere editar o crear.

La segunda estrategia de evaluación se orientó a la implementación de una rúbrica de evaluación de los informes de laboratorio buscando la estandarización de los criterios de evaluación y el fortalecimiento de las competencias de análisis cuantitativo en los estudiantes. La revisión bibliográfica permitió identificar la rúbrica *VALUE* de capacidad cuantitativa (quantitative literacy) [20] como una herramienta adecuada pues abarca los criterios de interpretación, representación, cálculo, análisis, consideraciones, y comunicación.

## RESULTADOS

### 1.9. Módulo virtual de aprendizaje

El módulo de aprendizaje fue organizado en una estructura de rejilla con el objetivo de entregar al estudiante una panorámica de las diferentes prácticas que realizará a través del semestre. En su versión actual, la plataforma ofrece una sección de introducción y nueve prácticas de laboratorio. Se agregaron ilustraciones haciendo que el módulo sea más amigable con el estudiante (Figura 1). El vínculo de acceso al módulo desarrollado es <https://tic.uis.edu.co/ava/course/view.php?id=35543>.

Figura 1: Presentación tipo rejilla de las prácticas en Moodle



Fuente: Propia

La sección de introducción general al laboratorio busca que el estudiante se familiarice con la información básica del origen del laboratorio, su estructura, y los elementos típicos que el estudiante va a encontrar durante la realización de las prácticas; adicional a esta información se hace reconocimiento a algunas personas que hicieron un aporte significativo para la consolidación del presente trabajo y se presenta la bibliografía más relevante (Figura 2).

Figura 2: Introducción al módulo de laboratorio de hidráulica

Introducción

---

Su progreso 🕒

El laboratorio de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil de la UIS está orientado hacia el estudio, experimentación y observación de fenómenos hidráulicos en canales a flujo libre. Toda la experimentación se hace alrededor de un canal rectangular (41.2 x 100 cm) de 8.3 m de longitud. En este canal se puede variar la pendiente longitudinal y se puede transportar un caudal de hasta 40 l/s, aproximadamente. Entre los aspectos de la Hidráulica que se pueden estudiar están los regímenes de flujo, los principios de conservación de masa, energía y momento, y algunas estructuras hidráulicas básicas.

Fuente: Escuela de Ingeniería Civil, Laboratorio de Hidráulica



Ver en YouTube

**Agradecimientos:**

El contenido de esta plataforma virtual de aprendizaje resultó de la integración de diferentes recursos y del trabajo desarrollado por estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Civil de la UIS. Especialmente, se hace reconocimiento a:

- Ingeniero Germán Eduardo Gavilán León, autor del documento Guía de Laboratorio de Hidráulica, insumo base de las guías de cada una de las prácticas de laboratorio.
- Auxiliares del Laboratorio de Hidráulica que con el tiempo han ido consolidando información y recursos usados en la implementación de esta plataforma, y soportaron los ejercicios de prueba de funcionamiento con sus estudiantes (Luis Buitrago, Daniela Parra, Juliana Márquez).
- Ingenieros Sandra R. Villamizar y Andrés Almeyda, docentes del curso de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil, que han acompañado la implementación de la plataforma.
- Vicerrectoría Académica de la Universidad Industrial de Santander que, a través de la convocatoria GraduaTIC 2021, patrocinó al estudiante Brayan Dubán Laiton Suárez en el montaje de la plataforma como parte de su trabajo de grado en modalidad de práctica en docencia (directora: profesora Sandra R. Villamizar).
- Ingeniero Jorge Iván Torres Camacho, profesional del Centro para el Desarrollo de la Docencia CEDEDUIS, quien apoyó y asesoró todos los procesos relacionados con el uso de la plataforma Moodle.

Fuente: Propia

La estructura típica de los módulos de prácticas implementados inicia con una sección introductoria a la práctica a desarrollar, la descripción de los objetivos que

se quieren lograr, una sección de recursos que incluye la guía del laboratorio que usarán los estudiantes en formato pdf, la versión más actualizada de la guía del laboratorio en formato Word, la hoja de cálculo que presenta los cálculos tipo de la práctica, y un video que describe detalladamente la práctica a desarrollar. De estos recursos, los documentos de Word y Excel son de acceso exclusivo del instructor del laboratorio y sus auxiliares. Finalmente, la sección de evaluación contiene una actividad tipo quiz que deben completar los estudiantes antes de iniciar la práctica para la verificación de los presaberes y la actividad de entrega del informe de laboratorio que tiene establecidas claramente la fecha de entrega, la escala de calificación que será definida por el responsable de la revisión, y la rúbrica de evaluación a usar (Figuras 3-5).

Figura 3: Secuencia del desarrollo del módulo parte 1 (Introducción y Objetivos)

The image shows a screenshot of a course module page. It features two main sections: 'INTRODUCCIÓN' and 'OBJETIVOS'. Each section has a green header with a white icon and a green bar containing the section title. Below each header is a text block followed by a checkbox. The 'INTRODUCCIÓN' section contains two paragraphs of text. The 'OBJETIVOS' section contains a numbered list of three objectives.

**INTRODUCCIÓN**

Son instrumentos utilizados para la medición de caudales en canales mediante la medición de las velocidades del flujo en diferentes puntos ubicados en una sección recta del canal y a diferentes profundidades. Los correntómetros consisten en una varilla que tiene en un extremo una hélice y en el otro se encuentran conectados los cables terminales del dispositivo contador de revoluciones; el tipo de tornillo utilizado en la hélice es bastante sensible y similar al usado en las grandes hélices de otros aparatos. La medición de basa en el cronometro y el contador de revoluciones; el tipo de tornillo utilizado en la hélice es bastante sensible y similar al usado en las grandes hélices de otros aparatos.

Se debe tener en cuenta que para la medición de velocidad en la practica se utilizara un medidor de flujo electromagnético marca HACH

**OBJETIVOS**

1) Determinar el caudal en el canal mediante el uso de la metodología propuesta por el U.S. Geological Survey utilizando el medidor y compararlo con el medio en el laboratorio a través de un medidor de flujo ubicado a la entrada del canal.

2) Conocer las partes y el funcionamiento del medidor de velocidad electromagnético

3) Identificar posibles fuentes de error en el desarrollo del laboratorio

Fuente: Propia

Figura 4: Secuencia del desarrollo del módulo parte 2 (Recursos)

The screenshot shows a digital interface for course resources. At the top, there is a green header with a play button icon and the word "RECURSOS". Below this, a video player is displayed with the title "Práctica 1: Aforo por molinete" and a large orange graphic that says "AFORO POR MOLINETE". The video player includes a play button, a "Ver en YouTube" button, and options for "Ver más ta..." and "Compartir". Below the video player, there are three resource entries, each with a small icon and a checkbox on the right:

- P1\_Aforo por molinete**: Accompanied by a document icon. The description reads: "Hola! Este es el documento guía para el desarrollo de la práctica de laboratorio. Descárgalo y úsalo para prepararte para el desarrollo de la práctica y los análisis de datos." A checkbox is present to the right.
- P1\_Aforo por molinete**: Accompanied by a document icon. A blue box indicates "No mostrado a los estudiantes". The description reads: "Este documento editable contiene la versión más actualizada de la guía para el desarrollo de la práctica de laboratorio. Este material es para uso de los instructores." A checkbox is present to the right.
- P1\_Calculos**: Accompanied by a document icon. A blue box indicates "No mostrado a los estudiantes". A checkbox is present to the right.

Fuente: Propia

Figura 5: Secuencia del desarrollo del módulo parte 3 (Evaluación)

The screenshot shows a digital interface for course evaluation. At the top, there is a green header with a checkmark icon and the word "EVALUACIÓN". Below this, there are two evaluation items, each with a small icon and a checkbox on the right:

- P1\_Quiz de presaberes**: Accompanied by a document icon with a checkmark. A checkbox is present to the right.
- P1\_Informe**: Accompanied by a document icon. A checkbox is present to the right.

Fuente: Propia

## 1.10. Elementos de evaluación

El componente de evaluación tiene dos elementos. El banco de preguntas, y la rúbrica de evaluación de los informes de laboratorio. Cada módulo de prácticas tiene preguntas teóricas y prácticas agrupadas de acuerdo a estas categorías y el rango de preguntas es entre 4 y 13 por categoría, totalizando 110 preguntas. Las preguntas se crearon de cuatro tipos: opción múltiple, respuesta corta, numérica y tipo ensayo (Figura 6–7).

Figura 6: Banco de preguntas tipo práctica (Ejercicios)

The screenshot shows a web interface for a question bank. At the top, there is a dropdown menu labeled 'Seleccionar una categoría:' with 'P4\_(Prácticas) (4)' selected. Below it, a message states 'No se aplican filtros de etiquetas' and another dropdown 'Filtrar por etiquetas ...'. There are three checkboxes for search options: 'Mostrar el enunciado de la pregunta en la lista de preguntas' (unchecked), 'Mostrar también preguntas de las subcategorías' (unchecked), and 'Mostrar también preguntas antiguas' (checked). A green button 'Crear una nueva pregunta...' is visible. The main area contains a table of questions with columns for selection, question text, creation details, and last modification details. At the bottom, there is a section 'Con seleccionadas:' with a 'Borrar' button, a 'Mover a >>' button, and a dropdown menu showing 'P4\_(Prácticas) (4)'. The table data is as follows:

<input type="checkbox"/>	T	Pregunta	Creado por	Última modificación por
			Nombre / Apellido(s) / Fecha	Nombre / Apellido(s) / Fecha
<input type="checkbox"/>	☰	P4_Momento antes del resalto hidr:	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 28 de agosto de 2021, 22:19	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 29 de marzo de 2022, 12:23
<input type="checkbox"/>	☰	P4_Momento antes del resalto hidr:	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 28 de agosto de 2021, 22:23	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 29 de marzo de 2022, 12:24
<input type="checkbox"/>	☰	P4_Porcentaje de disipación de en:	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 3 de septiembre de 2021, 22:55	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 29 de marzo de 2022, 12:23
<input type="checkbox"/>	☰	P4_Porcentaje de disipación de en:	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 2 de septiembre de 2021, 12:04	BRAYAN DUBAN LAITON SUAREZ 29 de marzo de 2022, 12:24

Fuente: Propia

Figura 7: Banco de preguntas tipo teórico

<input type="checkbox"/> ≡ P4_Definición	    	SUAREZ 28 de agosto de 2021, 22:22 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ≡ P4_Gráfica, Tipo de salto.	    	SUAREZ 2 de septiembre de 2021, 12:05 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ≡ P4_Grafico, Tipo de salto	    	SUAREZ 28 de agosto de 2021, 22:17 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ≡ P4_Resalto hidráulico no es utilizac	    	SUAREZ 29 de agosto de 2021, 21:14 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ≡ P4_Resalto hidráulico no es utilizac	    	SUAREZ 29 de marzo de 2022, 12:28 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ≡ P4_Resalto hidráulico no es utilizac	    	SUAREZ 2 de septiembre de 2021, 12:01 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ≡ P4_Resalto oscilante	    	SUAREZ 29 de agosto de 2021, 21:08 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ≡ P4_Tipo de salto	    	SUAREZ 3 de septiembre de 2021, 22:52 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ⇨ P4_Profundidades antes y después	    	SUAREZ 2 de septiembre de 2021, 11:59 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ⇨ P4_Tipo de resalto hidráulico incluy	    	SUAREZ 2 de septiembre de 2021, 12:03 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ⇨ P4_Tipo de resalto se presentaría	    	SUAREZ 28 de agosto de 2021, 22:20 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ⇨ P4_Tipo de resalto se presentaría	    	SUAREZ 3 de septiembre de 2021, 22:56 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> ⇨ P4_Tipo de resalto se presentaría	    	SUAREZ 28 de agosto de 2021, 22:24 BRAYAN DUBAN LAITON
<input type="checkbox"/> •• P4_Energía en el flujo después del	    	SUAREZ

Fuente: Propia

La rúbrica de evaluación tuvo que ser traducida y adaptada en su escala de calificación pues en su versión original considera valores entre 0.0 y 4.0 ya que está desarrollada para instituciones educativas de los Estados Unidos. Los aspectos evaluados tienen niveles de desarrollo alto, intermedio-alto, intermedio-bajo y bajo. El evaluador asigna una cantidad de puntos de acuerdo con los logros alcanzados por el estudiante en cada aspecto evaluado y la nota final se calcula como la sumatoria de todos los puntajes obtenidos, escalados en el total de puntos posibles para la entrega (Tabla 1).

Tabla 1

Rúbrica AACU	MAYOR	INTERMEDIA		MINIMA
	4 (5)	3 (3.75)	2 (2.5)	1 (1.25)
<b>interpretación</b> <i>Capacidad para explicar la información presentada en formas matemáticas (por ejemplo, ecuaciones, gráficos, diagramas, tablas, palabras)</i>	Proporciona explicaciones precisas de la información presentada en formas matemáticas. Hace inferencias apropiadas basadas en esa información. <i>Ejemplo: el estudiante explica con precisión los datos de tendencia que se muestran en un gráfico y hace predicciones razonables con respecto a lo que los datos sugieren sobre eventos futuros.</i>	Proporciona explicaciones precisas de la información presentada en formas matemáticas. <i>Ejemplo: el estudiante explica con precisión los datos de tendencia que se muestran en un gráfico.</i>	Proporciona explicaciones algo precisas de la información presentada en formas matemáticas, pero en ocasiones comete errores menores relacionados con cálculos o unidades. <i>Ejemplo: el estudiante explica con precisión los datos de tendencias que se muestran en un gráfico, pero puede calcular mal la pendiente de la línea de tendencia.</i>	Intenta explicar la información presentada en formas matemáticas, pero saca conclusiones incorrectas sobre lo que significa la información. <i>Ejemplo: el estudiante intenta explicar los datos de tendencia que se muestran en un gráfico, pero con frecuencia malinterpreta la naturaleza de esa tendencia, tal vez confundiendo las tendencias positivas y negativas.</i>
<b>representación</b> <i>Capacidad para convertir información relevante en varias formas matemáticas (por ejemplo, ecuaciones, gráficos, diagramas, tablas, palabras)</i>	Convierte hábilmente la información relevante en una representación matemática ingeniosa contribuyendo a una comprensión mayor o más profunda.	Convierte competentemente la información relevante en una representación matemática apropiada y deseada.	Completa la conversión de la información, pero la representación matemática resultante es sólo parcialmente apropiada o precisa.	Completa la conversión de la información, pero la representación matemática resultante es inapropiada o inexacta.
<b>Cálculo</b>	Los cálculos desarrollados son exitosos y lo suficientemente exhaustivos para resolver el problema. Los cálculos también se presentan elegantemente (de forma clara, concisa, etc.)	Los cálculos desarrollados son exitosos y lo suficientemente exhaustivos para resolver el problema.	Los cálculos intentados no son correctos o representan sólo una parte del trabajo necesario para resolver el problema de forma integral.	Los cálculos se intentan, pero no tienen éxito ni son exhaustivos.
<b>Aplicación / Análisis</b> <i>Capacidad para emitir juicios y sacar conclusiones apropiadas basadas en el análisis cuantitativo de los datos, reconociendo al mismo tiempo los límites de este análisis.</i>	Utiliza el análisis cuantitativo de los datos como base para juicios profundos y reflexivos, sacando conclusiones ingeniosas, apropiadas y claramente desarrolladas.	Utiliza el análisis cuantitativo de los datos como base para juicios competentes, sacando conclusiones razonables y apropiadas para el trabajo.	Utiliza el análisis cuantitativo de los datos como base para juicios prácticos básicos, sacando conclusiones probables de este trabajo.	Utiliza el análisis cuantitativo de los datos como base para juicios tentativos básicos, aunque duda o no está seguro de sacar conclusiones de este trabajo.
<b>Supuestos</b> <i>Capacidad de hacer y de evaluar supuestos importantes en la valoración, modelado, y análisis de datos</i>	Describe explícitamente las consideraciones del caso y proporciona una justificación convincente de por qué son apropiadas. Resalta que la confianza en las conclusiones está limitada por la precisión de los supuestos asumidos.	Describe explícitamente las consideraciones del caso y proporciona una justificación convincente de por qué son apropiadas.	Describe explícitamente las consideraciones del caso.	Intenta describir las consideraciones del caso.
<b>comunicación</b> <i>Expresión de evidencia cuantitativa en apoyo del argumento o propósito del trabajo (debe estar en consecuencia con el tipo de evidencia usada, e incluye cómo se formatea, se presenta y se contextualiza).</i>	Utiliza información cuantitativa relacionada con el argumento o propósito del trabajo, la presenta en un formato efectivo y la explica consistentemente con alta calidad.	Utiliza información cuantitativa relacionada con el argumento o propósito del trabajo, aunque la manera de presentar la información no es eficiente o algunas partes de la explicación pueden ser incongruentes.	Utiliza información cuantitativa, pero no la conecta eficazmente con el argumento o el propósito del trabajo.	Presenta un argumento para el cual la evidencia cuantitativa es pertinente, pero no proporciona un apoyo numérico explícito adecuado. (Utiliza calificadores como "muchos", "pocos", "aumentando", "pequeño" y similares en lugar de cantidades reales).

Fuente: Association of American Colleges & Universities

### 1.11. Plantillas de análisis de datos

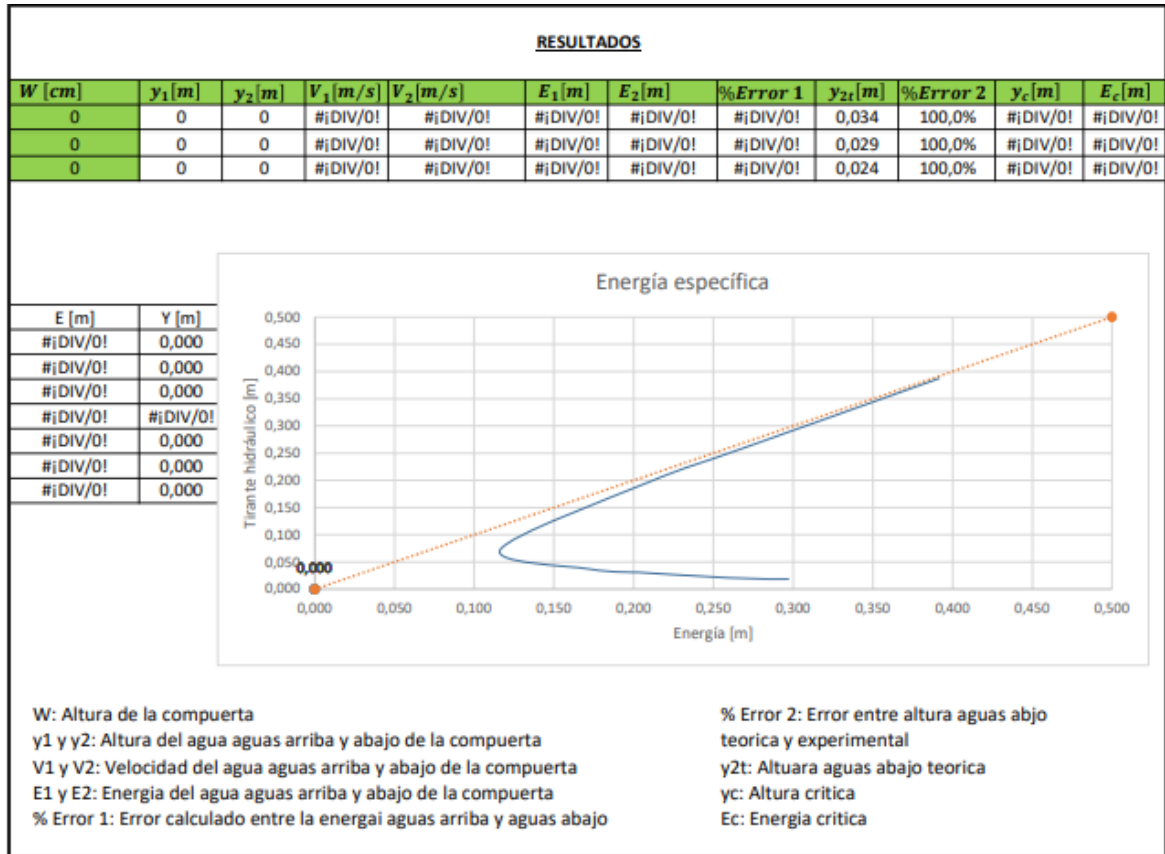
Las plantillas de Excel tienen un formato estándar que permite que el instructor o auxiliar se sienta familiarizado con su uso en cada práctica de laboratorio. Cada plantilla tiene una portada con el nombre de la práctica, una convención de colores que define las secciones donde el usuario debe ingresar información de entrada y dónde se obtienen los resultados. En cada sección se indica con título y unidades el tipo de información que se debe ingresar o que se produce. Esto también incluye las gráficas esperadas del análisis de la información. En total se desarrollaron ocho plantillas que están disponibles para el uso por los instructores y auxiliares de laboratorio. Estas plantillas pueden ser modificadas a medida que evoluciona la estrategia de los laboratorios (Figuras 6 y 7).

Figura 8: Plantilla de Excel tipo, parte 1

LABORATORIO DE HIDRÁULCA		PRÁCTICA 2: DERIVACIÓN DE LA ECUACIÓN DE ENERGÍA ESPECÍFICA		Universidad Industrial de Santander		UIS	
<u>Convención de colores</u>							
■	Sección de datos de entrada						
■	Sección de datos de salida						
■	Datos de entrada requeridos						
<u>DATOS</u>							
W (cm)		W (cm)		W (cm)		Caudal (L/s)	
y1 [cm]		y1 [cm]		y1 [cm]		Q1	
y2 [cm]		y2 [cm]		y2 [cm]		Q2	
						Q3	
						Qprom	
B [m]		0,412					
q (m <sup>3</sup> /s <sup>2</sup> m)		#iDIV/0!					
W: altura de la compuerta				Q: caudales medidos durante la práctica			
y1: altura del agua aguas arriba de la compuerta				B: ancho del canal rectangular			
y2: altura del agua aguas abajo de la compuerta				q: caudal por unidad de ancho			

Fuente: Propia

Figura 9: Plantilla de Excel tipo, parte 2



Fuente: Propia

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo generó un espacio virtual de aprendizaje para el laboratorio de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil de la UIS, que permitirá fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de Hidráulica. Desde la perspectiva del estudiante, la herramienta ofrece información actualizada y una ruta clara de trabajo que se evidencia por la estructura planteada para cada módulo. El estudiante tendrá claros los objetivos a cumplir, los métodos a desarrollar y la forma en que será evaluado. Desde el punto de vista del docente, la plataforma es una estrategia de centralización de información que puede evolucionar en sus diferentes componentes por el trabajo colaborativo entre profesores e instructores en concordancia con las necesidades del contexto. También ofrece la oportunidad de estandarizar procesos entre las diferentes sesiones de laboratorio (que cuentan con diferentes instructores) y de esta manera facilitar procesos de planificación y evaluación. Esta experiencia puede ser replicada con facilidad en otros espacios de laboratorio del programa de Ingeniería Civil de la UIS o de programas que manejen experiencias de laboratorio similares.

El desarrollo del proyecto permitió retomar la información del documento guía de laboratorio para conformar un documento con esta misma información, pero en formato virtual, con lo cual se aporta una mejor legibilidad y comprensión para el usuario; el trabajo integrado con los auxiliares de laboratorio permitió identificar con más eficiencia algunos errores existentes en la versión análoga original y la incorporación de algunos cambios pertinentes para mejorar el documento.

Las hojas programables en Excel entregan una herramienta de apoyo al auxiliar de laboratorio, ya que esto le permitirá disminuir el tiempo en la corrección de informes, específicamente en los cálculos que deben presentar los estudiantes.

El material audiovisual desarrollado, creado a partir de recursos ya disponibles, ofrece información más clara y llamativa para el estudiante. En su versión actual, este material cumple dos funciones: entregar una idea previa a la realización del laboratorio por parte del estudiante y mostrar el procedimiento completo en caso de que no sea posible asistir presencialmente a la realización de la práctica.

La rúbrica de evaluación implementada indica a los estudiantes claramente sobre los criterios y escalas de evaluación en sus informes de laboratorio y permite al auxiliar evaluar el trabajo del estudiante de manera justa. Con esto se promueve un trabajo más eficiente para el instructor y se reduce la percepción de inequidad en la nota recibida por parte del estudiante.

Se recomienda el trabajo conjunto y coordinado entre instructores y auxiliares del laboratorio para mantener y enriquecer el contenido de esta plataforma virtual de una manera organizada y planificada.

Es pertinente resaltar la necesidad de que los equipos de laboratorio se encuentren en buen estado para garantizar el correcto desarrollo de cada una de las prácticas propuestas en la guía de laboratorios.

Por último, se recomienda pensar en el desarrollo de simuladores virtuales (tales como Laboratorios Virtuales y Simuladores Técnicos [13]) que permitan expandir los horizontes de análisis y comprensión de los procesos que se estudian en el laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Lloyd, «Desigualdades educativas en tiempos de la pandemia (Parte 1)», 14 de mayo de 2020. <https://www.ses.unam.mx/publicaciones/printart.php> (accedido 11 de junio de 2021).
- [2] IDB, «La educación superior en tiempos de COVID-19: Aportes de la Segunda Reunión del Diálogo Virtual con Rectores de Universidades Líderes de América Latina | Publications», 20 de mayo de 2020. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-educacion-superior-en-tiempos-de-COVID-19-Aportes-de-la-Segunda-Reunion-del-Di%C3%A1logo-Virtual-con-Rectores-de-Universidades-Lideres-de-America-Latina.pdf> (accedido 11 de junio de 2021).
- [3] G. E. GAVILAN LEON, *GUIA DE LABORATORIO DE HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS*. Bucaramanga: UISEscuela de Ingeniería Civil, 2001.
- [4] M. Á. Herrera-Pavo, «Collaborative learning for virtual higher education», *Learning, Culture and Social Interaction*, vol. 28, p. 100437, mar. 2021, doi: 10.1016/j.lcsi.2020.100437.
- [5] N. Kerimbayev, J. Kultan, S. Abdykarimova, y A. Akramova, «LMS Moodle: Distance international education in cooperation of higher education institutions of different countries», *Educ Inf Technol*, vol. 22, n.º 5, pp. 2125-2139, sep. 2017, doi: 10.1007/s10639-016-9534-5.
- [6] L. Betegón Sánchez, M. Fossas Olalla, E. Martínez Rodríguez, y M. del M. Ramos González, «Entornos virtuales como apoyo a la docencia universitaria presencial: utilidad de Moodle», *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, vol. 0, n.º 43, Art. n.º 43, 2010.
- [7] E. Lacka, T. C. Wong, y M. Y. Haddoud, «Can digital technologies improve students' efficiency? Exploring the role of Virtual Learning Environment and Social Media use in Higher Education», *Computers & Education*, vol. 163, p. 104099, abr. 2021, doi: 10.1016/j.compedu.2020.104099.
- [8] H. A. Oliva, *La Educación en tiempos de pandemias: visión desde la gestión de la educación superior*. 2020. doi: 10.13140/RG.2.2.27595.54568.
- [9] A. Sangrà, «Enseñar y aprender en la virtualidad», <http://www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=007200230138>, ene. 2001.

- [10] J. L. Benavides Maldonado y S. M. Arias C., «IMPLEMENTACION DE LABORATORIOS VIRTUALES Y REMOTOS», 2012, Accedido: 15 de junio de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/322>
- [11] J. Vargas, J. Cuero, y C. Torres, «Laboratorios Remotos e IOT una oportunidad para la formación en ciencias e ingeniería en tiempos del COVID-19: Caso de Estudio en Ingeniería de Control», p. 11.
- [12] S. M. Reeves y K. J. Crippen, «Virtual Laboratories in Undergraduate Science and Engineering Courses: a Systematic Review, 2009–2019», *J Sci Educ Technol*, vol. 30, n.º 1, pp. 16-30, feb. 2021, doi: 10.1007/s10956-020-09866-0.
- [13] «Virtual Labs and Technical Simulators - General Information». //virtlabs.tech/, //virtlabs.tech/ (accedido 24 de junio de 2021).
- [14] LACCEI, «Aprendizaje de ingeniería y laboratorios en línea - LACCEI». <https://laccei.org/blog/learning-engineering-and-online-laboratories/> (accedido 24 de junio de 2021).
- [15] M. V. Béjar, *Hidráulica de canales*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008.
- [16] V. T. CHOW, *HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS*. Santafe de Bogota: McGraw-Hill, 2000.
- [17] J. H. C. R, *Hidráulica de canales: fundamentos*. Universidad Eafit, 2020.
- [18] Microsoft, «Microsoft Office es parte de Microsoft 365». <https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-365/microsoft-office> (accedido 27 de febrero de 2022).
- [19] Filmora 10, «[Oficial] Wondershare Filmora -editor de video potente y completo». <https://filmora.wondershare.es/> (accedido 27 de febrero de 2022).
- [20] McCuen@aacu.org, «Quantitative Literacy VALUE Rubric», *Association of American Colleges & Universities*, 30 de julio de 2014. <https://www.aacu.org/value/rubrics/quantitative-literacy> (accedido 3 de junio de 2021).