



PROTOTIPO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE TERMODINÁMICA

PROTOTYPE OF A DIDACTIC TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF THERMODYNAMICS LABORATORY PRACTICES

John Edward Ordoñez

*Facultad de ciencias básicas e ingeniería
Grupo de investigación Khimera
Grupo de investigación InCiBA
Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium*

Carlos William Sánchez

*Facultad de ciencias básicas e ingeniería
Grupo de investigación Khimera
Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium*

Víctor Viera

*Facultad de ciencias básicas e ingeniería
Grupo de investigación Khimera
Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium*



Resumen

La herramienta didáctica para el desarrollo de prácticas de laboratorio- HeDiLab, tiene como objetivo mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la fundación universitaria católica Lumen Gentium en el estudio de los fenómenos químicos y termodinámicos, trazando como ruta de aplicación la articulación de los conceptos y teorías con la fenomenología, experimentos y modelos matemáticos. Internamente, está compuesta por una microcomputadora Raspberry Pi 4, tarjetas de desarrollo Arduino Mega 2560, y externamente con diferentes módulos con sensores de voltaje, corriente, intensidad lumínica, temperatura, entre otros. Al ser elaborada a partir de elementos de hardware y software de libre acceso, permite mejorar la interacción docente/fenómeno/estudiante, a través de una serie de prácticas experimentales o experiencias orientadas por el docente en las asignaturas seleccionadas. Para facilitar su implementación cuenta con un software de control que permite la interacción del usuario con la herramienta y sus diferentes módulos, además de un material de aprendizaje que a través de guías de laboratorio de fenómenos químicos y termodinámicos permitirán al estudiante un mejoramiento en la aprehensión del conocimiento. También, se pretende incentivar el uso de programas de libre acceso, como es el caso de LibreOffice, el cual cuenta con características muy similares al paquete de oficina de uso comercial. Finalmente, en el curso de termodinámica del semestre 2022-I, se realizó una práctica de laboratorio basados en la ley de enfriamiento de Newton para el agua. El propósito de esta actividad es medir la percepción del uso de la HeDiLab en la práctica con la ayuda de herramienta empleando un termómetro de mercurio y un sensor automático de temperatura, los cuales permitieron a los estudiantes comparar ambos métodos y parametrizar el grado de aceptación de la misma.

Palabras clave: modelación, prácticas de laboratorio, fenómenos físicos.

Abstract

The didactic tool for the development of laboratory practices - HeDiLab, aims to improve the learning of the students of Catholic University Foundation "Lumen Gentium" in the study of chemical and thermodynamic phenomena, tracing as an application route the articulation of concepts and theories with phenomenology, experiments and mathematical models. Internally, it is composed of a Raspberry Pi 4 microcomputer, Arduino Mega 2560 development boards, and externally with different modules with sensors for voltage, current, light intensity, temperature, among others. As it is made from free access hardware and software elements, it allows improving the teacher / phenomenon / student interaction, through a series of experimental practices or teacher-oriented experiences in the selected subjects. To facilitate its implementation, it has a software that allows the user to interact with the tool and its different modules, as well as a learning material that through laboratory guides of chemical and thermodynamic phenomena will allow the student an improvement in apprehension of knowledge. Also, it is intended to encourage the use of free access programs, such as LibreOffice, which has characteristics very similar to the office package for commercial use. Finally, in the thermodynamics course of the 2022-I semester, a laboratory practice was carried out based on Newton's law of cooling for water. The purpose of this activity is to measure the perception of the use of HeDiLab in practice with the help of a tool used a mercury thermometer and an automatic temperature sensor, which allowed students to compare both methods and parameterize the degree of acceptance of the same.

Keywords: modeling, labs, physical phenomena.

Introducción

La inteligencia artificial [1], la revolución tecnológica [2, 3, 4], la utilización forzada de nuevas tecnologías durante la pandemia del COVID-19 [5] y el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics) [6, 7] ha promovido la aparición de nuevas estrategias durante el proceso de enseñanza, basándose principalmente en mejorar el alcance de los conceptos impartidos a un número mayor de población de estudiantes con marcadas diferencias sociales, económicas e incluso generacionales. Entre ellas se destacan: una mayor atención sostenida [8], el desarrollo de un pensamiento crítico [9], una mejora sustancial tanto en la comunicación escrita como en las habilidades de razonamiento revelan que además esta metodología mejora la gestión del conocimiento de los estudiantes [10], ya que los materiales asignados por el docente permiten preparar cada sesión de clase y por tanto les ayuda a mantener un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje el cual resulta clave para alcanzar una mayor retención en los contenidos [11]. La implementación de esta metodología involucra a los estudiantes de tal forma que deban revisar los contenidos teóricos fuera del aula y la práctica se realiza durante el transcurso de la clase. Con este enfoque se persigue que el estudiante sea una pieza activa implicada en el proceso enseñanza-aprendizaje, donde se valore el aprendizaje natural frente al aprendizaje tradicional [12]. Las metodologías activas permiten a los estudiantes aprender de manera activa, haciéndolo protagonista, competente, autónomo y crítico en su aprendizaje. Pueden imaginarse como un botón que “activa” el interés de los estudiantes y convierten el aprendizaje en una experiencia educativa donde adquieren los conocimientos de forma motivada, por la necesidad que se genera el aprender, resolver dudas o problemas e incluso proponer proyectos. En este caso, los estudiantes son el eje del aprendizaje que se desarrolla en las aulas, además la aprehensión del conocimiento se desarrolla más haciendo, que, sólo escuchando, siendo activos sin tener una actitud pasiva.

Estas estrategias constituyen un entorno educativo real, en el que los estudiantes se desenvuelven a través de su propia iniciativa y en el que su implicación e intereses son los protagonistas imprescindibles. Se propone el aprendizaje por competencias fomentando el aprendizaje significativo y el uso de las herramientas necesarias para desenvolverse en la vida real, por ejemplo, después de su egreso de la institución de educación superior [13]. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la implementación de esta metodología implica un grado de compromiso por parte del docente y estudiante. El primero, debe preparar con antelación gran cantidad de material para la sesión de clase, mientras que el segundo debe comprometerse y trabajar con dedicación, pues debe prepararse con antelación antes de cada clase. Además, el aprendizaje activo implica, en algunas ocasiones, que el estudiante deba realizar búsqueda de información relacionada, modificarla o incluso crearla antes de acudir a la clase [14].

En la educación superior, el tiempo de docencia resulta a veces muy limitado debido a diversos factores como el cumplimiento de los cronogramas académicos, las semanas de evaluación, la entrega de calificaciones, suspensión de clases (por ejemplo paros en instituciones públicas), entre otros. En estos casos, la metodología del aula invertida ofrece muchas ventajas para poder trabajar todos los contenidos de la materia, ya que este enfoque instructivo permite un uso más efectivo del tiempo dentro del aula. En el caso de las prácticas de laboratorio tanto el docente como el laboratorista están disponibles todo el tiempo en el aula consiguiendo así una retroalimentación inmediata [15], en ese sentido, la práctica permite la realización de ejercicios activos de aprendizaje tales como la resolución colaborativa de problemas, discusiones en equipo o presentaciones de estudiantes [16]. En este orden de ideas, este trabajo busca desarrollar una herramienta electrónica que apoye las estrategias didácticas para el aprendizaje de fenómenos químicos y termodinámicos en el aula de clase en la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium.

Descripción del prototipo HeDiLab

Este trabajo se desarrolló empleando la metodología de pensamiento de diseño (design thinking), esta metodología puede ser empleada en diversos sectores para el diseño y desarrollo de productos o servicios, resolver problemas de manera creativa e innovadora, ideas de emprendimiento, entre otros. Como se observa en la figura 1, está fundamentada en 5 etapas, las cuales permiten un constante ajuste y modificación del producto final [17] [18] [19]. Es importante mencionar que, en el proceso de evaluación, la retroalimentación obtenida, permitirá replantear la idea o iniciar el proceso desde el comienzo.

Figura 1. Etapas de la metodología Pensamiento de Diseño (Design Thinking).

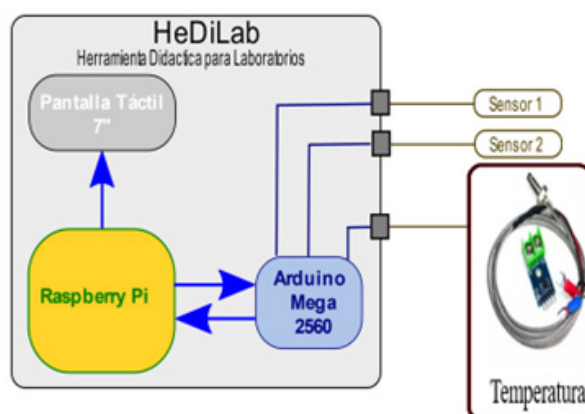


Fuente. Elaboración propia

Es necesario recordar que un prototipo es un dispositivo o elemento que puede tener la forma de un producto, proceso, servicio o modelo de negocio, que tiene como objetivo validar la viabilidad técnica, de implementación y financiera con el propósito de comercialización o transferencia al mercado. Por lo tanto, los prototipos pueden ser visualizados como el punto de partida para el desarrollo de futuros productos. En ese sentido, la metodología de pensamiento de diseño permite modelar, modificar y ajustar el producto a partir de la retroalimentación que pueda brindar el mercado o el público al cual va dirigido, que en nuestro caso será la comunidad educativa de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium. A partir de la metodología de Pensamiento de Diseño [18], se han obtenido cuatro prototipos de HeDiLab que en la actualidad están siendo evaluados por diferentes miembros de la comunidad educativa como estudiantes, laboratoristas, docentes y egresados, para la obtener retroalimentación y poder plantear las mejoras que tengan lugar [20].

Desde la parte física, HeDiLab es una herramienta electrónica que usa una microcomputadora Raspberry Pi 4 [20], a la cual se conecta una tarjeta de desarrollo Arduino uno mediante el puerto USB y una pantalla HDMI táctil de 7" que permite visualizar la interfaz del sistema operativo instalado en la microcomputadora con el sistema operativo Raspbian como se muestra en la figura 2. La tarjeta de desarrollo está conectada a un conector mediante una serie de terminales de 8 pines. Cada pin está conectado a puertos digitales y analógicos del Arduino de acuerdo a lo requerido por el experimento a desarrollar.

Figura 2. Esquema de funcionamiento de la herramienta HeDiLab.



Fuente. Elaboración propia

Adicionalmente, cuenta con una interfaz de control o software denominado HeDiLabSoft, basada en el desarrollo del protocolo de comunicación del hardware/software y el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario (GUI). En la figura 3, se muestran la ventana de inicio de sesión y la ventana de trabajo para el módulo de química, con la práctica de enfriamiento de Newton, donde se despliega la barra de herramientas y los diferentes iconos de acceso a las prácticas.

Figura 3. a. Ventana de inicio de sesión para el software HeDiLab. b. Ventana de trabajo para el módulo de química, donde se despliega la barra de herramientas y los diferentes iconos de acceso a las prácticas.



Fuente. Elaboración propia

Todo lo anterior está organizado en una caja rectangular que permite tener el sistema protegido a la vez que lo hace liviano y práctico de utilizar. En caso de requerirse puede emplearse un teclado externo inalámbrico y un mouse de manera que se pueda agilizar el proceso de uso. El sistema HeDiLab, cuenta además con una serie de puertos de conexión que garantizan la conectividad fiable de los sensores del dispositivo, además de ser un conector robusto ideal para el tipo de usuario al que va a estar sujeto el dispositivo. Los cables son específicos para las variables a medir, es decir, son específicos de la práctica que se desee realizar. El sistema indica que tipo de cable debe conectarse y a que puerto del sistema HeDiLab.

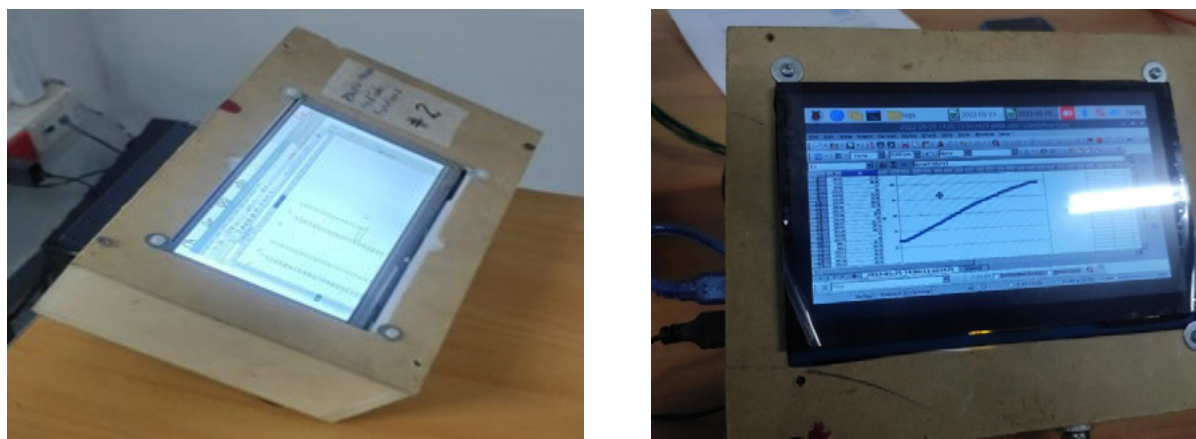
Figura 4. Fotografías del prototipo funcional de HeDiLab.



Fuente. Elaboración propia

Es importante resaltar que algunas instituciones no cuentan con programas de análisis y tratamiento de datos bajo licencias comerciales, con lo cual se limita el proceso de aprendizaje, pues suelen ser muy costosas y algunas instituciones no están en la capacidad de emplearlas. Por lo tanto, para este trabajo se pretende emplear la suite LibreOffice que es de libre acceso y con características muy similares a la suite de Microsoft Office. Ambas poseen un editor de texto, para el caso del Libre Office se denomina Writer, una hoja de cálculo, Calc, un programa para realizar presentaciones, Impress, un programa para dibujar diagramas, Draw, un programa para bases de datos, Base y el Math, que permite escribir expresiones matemáticas (LibreOffice, s.f.). Se busca que, al estar integrados dentro de la herramienta, estos programas permiten procesar los datos obtenidos mediante la práctica de laboratorio y generar un informe del mismo y/o ser enviados por correo electrónico debido a que HeDiLab cuenta con un módulo de wifi, ver figura 5.

Figura 5. La herramienta HeDiLab con la integración de LibreOffice permitirá el tratamiento de los datos y la elaboración de los reportes de laboratorio.



Fuente. Elaboración propia

Ambas aplicaciones permiten exportar versiones compatibles de los archivos con la suite de Microsoft Office. Adicionalmente, es posible la instalación de otros programas de libre acceso como Geogebra [21], Arduino IDE [22], Python [23], entre otros.

HeDiLab, busca integrar en una sola herramienta la posibilidad de realizar diferentes prácticas de laboratorio de química y termodinámica, el tratamiento de los datos, la identificación de las tendencias de ajuste a los diferentes modelos matemáticos que soportan las teorías y la elaboración de los informes o reportes de laboratorio, permitiéndole al estudiante tener una herramienta versátil a la hora de abordar las prácticas de laboratorio. A manera de ejemplo, se describe una de las prácticas de laboratorio.

Determinación de curva de enfriamiento de Newton

El objetivo de esta práctica es determinar la dependencia del aumento/disminución de la temperatura de Calentamiento/enfriamiento (T) con el tiempo (t) de una sustancia líquida mediante un ajuste lineal o no lineal (exponencial), y poder determinar el coeficiente de convección asociado al material de estudio [24] [25].

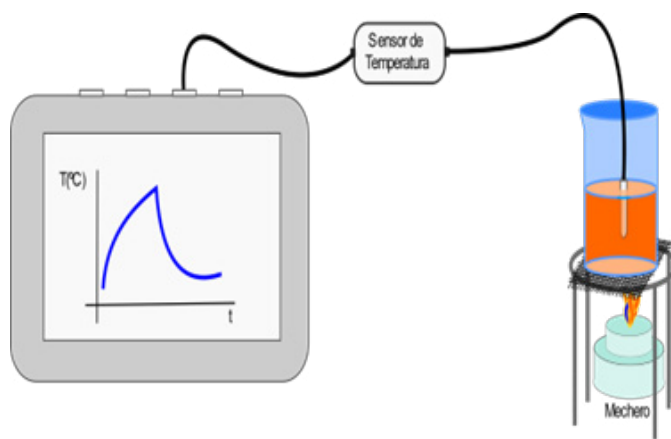
$$T = T_0 + ce^{-kt}$$

Donde T_0 , es la temperatura inicial del sistema y k , es el coeficiente de convección correspondiente al líquido desconocido, el cual compararse con la literatura y determinar el porcentaje de error de la constante materia de estudio. Adicionalmente, el orientador también podrá usar el método de linealización y el tratamiento de datos para determinar estas constantes:

$$\ln|T - T_0| = \ln|c| - kt$$

Para el experimento, se usa un líquido con un coeficiente de convección desconocido dentro de un vaso de precipitado, una plancha calentadora o mechero, el equipo HeDiLab y el módulo sensor de temperatura, con una termocupla tipo DS18B20. El montaje asociado se muestra en la Figura 6, para lo cual es necesario seleccionar en el software de la herramienta, el módulo de Química o termodinámica, la práctica a realizar.

Figura 6. Esquema del montaje del sistema HeDiLab con el correspondiente sensor de medida de temperatura (termocupla tipo DS18B20) para analizar fluidos.



Fuente. Elaboración propia.

El software desarrollado permite acceder a la guía del experimento en formato PDF, para facilitar el proceso de montaje correspondiente y permitir una interacción más ágil con el usuario. Es necesario resaltar que las instrucciones consignadas en la guía deberán seguirse a cabalidad, para garantizar el desarrollo de la práctica y la funcionalidad del equipo. Una vez preparado el equipo y con la asesoría del docente orientador o laboratorista, se procede a calentar el líquido, en ese instante se acciona en el sistema la toma de datos y el software recopila los datos espaciados en el tiempo de acuerdo a la configuración del sistema. El rango de funcionamiento del sistema permite medir la temperatura de la muestra hasta los 100 °C. Una vez el líquido está caliente se retira la fuente de calor y se deja enfriar libremente, permitiéndole al usuario analizar el calentamiento y enfriamiento o cada proceso de manera independiente. Según la orientación impartida por el docente, el sistema se detendrá en un valor determinado. El sistema generará un archivo plano (extensión .txt) que podrá importarse directamente en el software Calc de libreoffice incluido en HeDiLab, lo que permite visualizar los datos en un gráfico que puede ajustarse mediante la expresión exponencial o ajuste no lineal y a través de un análisis del modelo matemático se podrán calcular las variables establecidas.

Evaluación de la práctica de laboratorio de ley enfriamiento de Newton para el agua

Fase 1: Uso de la herramienta HeDiLab con toma de datos Manual

De acuerdo a lo expuesto anteriormente era necesaria la medida de percepción por parte de los estudiantes en la inserción del de HeDilab en una práctica de laboratorio de ley de enfriamiento de Newton en forma manual (solamente se empleará HeDiLab para el uso de la hoja de cálculo de LibreOffice), es decir, tomando los datos con un termómetro de mercurio como se observa en la figura 7. Las pruebas de campo fueron llevadas a cabo en los dos grupos del curso de termodinámica para el semestre 2022-I identificados con los NCR 37331/ 8 estudiantes (Diurna) y NCR 38394/ 21 estudiantes (nocturna). Es necesario resaltar que inicialmente estos cursos no contaban con la componente de laboratorio practico, la cual, fue insertada como un porcentaje de la nota de taller en clase y permitiendo el aprendizaje activo a partir del “hacer” como metodología activa. Para la toma de datos de forma manual, los estudiantes realizaron el montaje del experimento utilizando un termómetro de mercurio, la toma y registro de datos fue de forma visual con la ayuda de un cuaderno y un lápiz. Posteriormente, mediante el uso de una hoja de cálculo de libreOffice se realizó el análisis de los mismos. Por último, se infirieron los aspectos relevantes como la forma en la cual se calienta el agua, en qué momento se alcanza el punto de ebullición, revisar pertinencia y la información entregada por el modelo matemático propuesto y llevar a cabo las conclusiones.

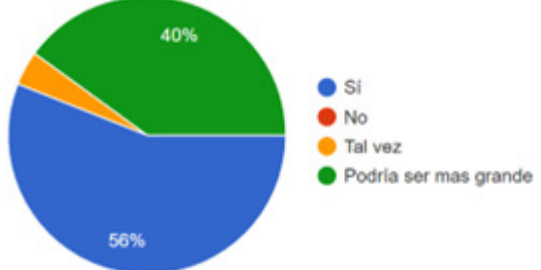
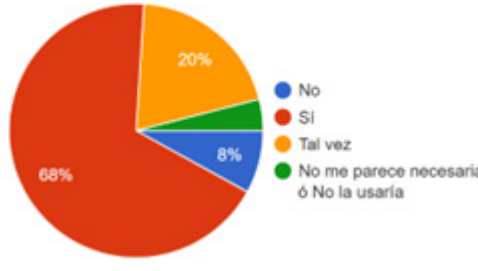
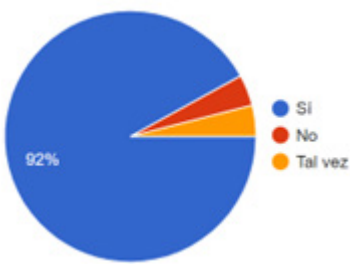
Figura 7. Práctica de ley de enfriamiento de Newton curso termodinámica diurno semestre 2022 - I del NCR 37331/ 8 estudiantes (Diurno) y NCR 38394/ 21 estudiantes (nocturno) para el agua empleando un termómetro de mercurio y HeDiLab.



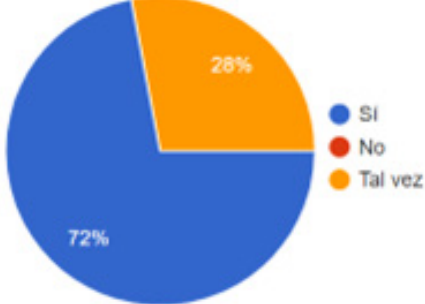
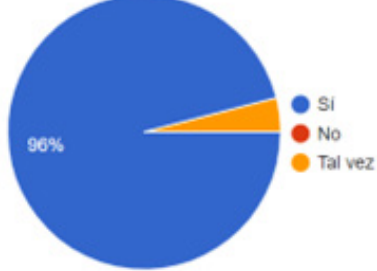
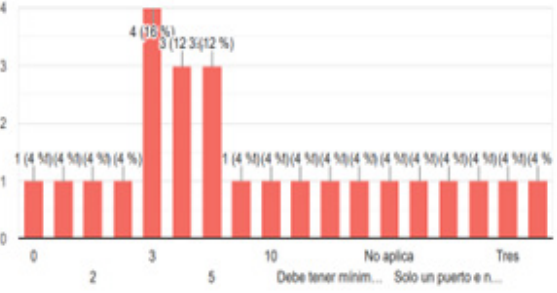
Fuente. Elaboración propia.

Al finalizar la práctica, los estudiantes diligenciaron una encuesta que fue diligenciada por 25/27 estudiantes acerca de la percepción del grado de aceptación de la herramienta en su práctica de laboratorio mediante la toma de datos de forma manual. En la tabla 1, se puede identificar las preguntas que se elaboraron para tal fin, las cuales están relacionadas con la aceptación del dispositivo, la necesidad de sensores automáticos de temperatura, respuesta del equipo en hardware y software y perspectivas para un segundo prototipo.

Tabla 1. Encuesta de percepción de HeDiLab para el registro de los datos de forma manual empleando solamente la hoja de cálculo del programa LibreOffice.

1. ¿Considera que el tamaño del equipo HeDiLab es adecuado? 	2. ¿Considera que la pantalla permite una correcta visualización de los datos a procesar? 
3. ¿Considera que la pantalla TOUCH facilitaría el proceso de manipulación del equipo? 	4. ¿Cree usted que es mejor usar un teclado y un ratón (mouse) u otro dispositivo de entrada? 
5. ¿Considera que el equipo debería tener sensores por ejemplo de temperatura para facilitar la toma y captura de datos al realizar las practicas? 	6. ¿Cree que la inserción de un termómetro digital que tomara los datos, mientras la herramienta guarda los datos en un archivo facilitaría la práctica? 

Fuente. Elaboración propia

7. ¿Considera que la respuesta del equipo es la adecuada para la realización de la práctica?  Si No Tal vez Es muy lento Su velocidad es adecuada para la practica	8. ¿Considera que el software incluido para procesar los datos es suficiente (LibreOffice Calc)?  Si No Tal vez No fue de mi agrado
9. ¿Usaría usted este equipo para el desarrollo de sus prácticas?  Si No Tal vez	10. ¿A pesar de haber usado un prototipo, se siente atraído por la versión final de la herramienta?  Si No Tal vez
11. ¿Luego de finalizar la práctica de laboratorio siente que el apoyo de la herramienta didáctica fue?  Muy significativo Significativo Medianamente significativo Nada significativo Nulo, habria podido realizar la practica sin ninguna dificultad	12. Considera que la creación de un repositorio virtual para almacenar las guías de laboratorio, tutoriales y ejemplos de funcionamiento del equipo podría ser  Muy significativo Significativo Medianamente significativo Nada significativo Nulo, habria podido realizar la practica y manejar el equipo sin el con mucha facilidad
13. ¿Cuántos puertos o sensores considera usted que son ideales para el desarrollo de las practicas?  0 1 2 3 4 5 10 No aplica Tres	14. Mencione tres aspectos positivos de la herramienta para el desarrollo de las prácticas de laboratorio Práctico eficiente útil Es muy práctica, una herramienta que ayuda a diligenciar información importante, tiene buenos programas. Innovadora, ingeniosa que puede servir para muchas prácticas de laboratorio. Practica, cómodo, didáctica Es rápida, fácil de usar y muy didáctica Datos fáciles de obtener, claro manejo y fácil uso La hoja de cálculo es sencilla de manejar; el equipo es fácil de instalar para su encendido.

Según la información obtenida se observa que el grado de aceptación en los ítems evaluados supera el 52%, que el grado de aceptación de la hoja de cálculo de libre office supera el 70% y se plantea la necesidad de sensores externos para la toma de datos de manera automática de la temperatura.

Fase 2: Uso de la herramienta HeDiLab con toma de datos automática empleando un sensor automático de temperatura

De acuerdo a lo expuesto anteriormente era necesaria la medida de percepción por parte de los estudiantes en la inserción del sensor de temperatura de HeDilab en una práctica de laboratorio de ley de enfriamiento de Newton automatizada (Sensor con termocupla tipo DS18B20), para ser contrastada con la práctica de laboratorio en forma manual como se observa en la figura 8. En el caso de la toma de datos de manera automática, el estudiante debe realizar el montaje del experimento, conectar el sensor y llevar una serie de pasos que le permitan encenderlo y mediante la interface de HeDilab, realizar la toma de datos, la cual permite la visualización del comportamiento y la exportación de los datos a un archivo .txt.

Figura 8. Práctica de ley de enfriamiento de Newton curso termodinámica diurno semestre 2022 - I del NCR 37331/ 8 estudiantes (Diurno) y NCR 38394/ 21 estudiantes (nocturno) para el agua empleando el sensor automatico de de temperatura de HeDiLab.



Fuente. Elaboración propia

Al finalizar la práctica, nuevamente los estudiantes diligenciaron una encuesta que fue diligenciada por 25/27 estudiantes acerca de la percepción del grado de aceptación de la herramienta en su práctica de laboratorio mediante la toma de datos de forma automática. En la tabla 2, se puede identificar las preguntas que se elaboraron para tal fin las cuales están relacionadas con la aceptación del dispositivo con el uso del sensor, desempeño del sensor y aceptación del sensor en comparación con el termómetro de mercurio (método manual).

Tabla 2. Encuesta de percepción de HeDiLab para el registro de los datos de forma automática empleando el programa HeDiLabSoft, el cual incluye la hoja de cálculo del programa LibreOffice y un graficador de datos.

Califique de 1 a 5, siendo 1 muy insatisfecho y 5 una experiencia excelente, la experiencia de laboratorio desarrollada tomando los datos de temperatura de toma MANUAL (Termómetro de vidrio, cronometro, lápiz y papel).

Calificación	Número de estudiantes	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	9	36.1%
4	8	32%
5	6	24.1%

Califique de 1 a 5, siendo 1 muy insatisfecho y 5 una experiencia excelente, la experiencia de laboratorio desarrollada tomando los datos de temperatura de forma AUTOMATIZADA (Utilizando HeDiLab y el sensor de temperatura).

Calificación	Número de estudiantes	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	3	12%
5	20	87%

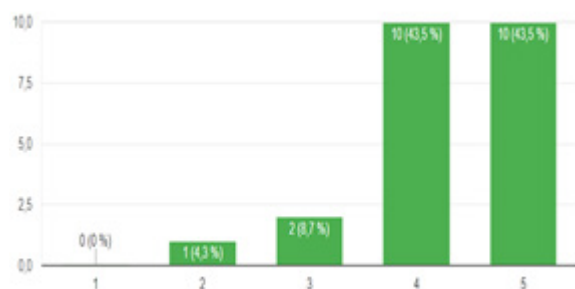
¿Volvería usted a usar el equipo HeDiLab para la toma de datos de otro experimento donde deba medir y almacenar como cambia la temperatura en el tiempo?

Calificación	Número de estudiantes	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	8.7%
5	21	84.3%

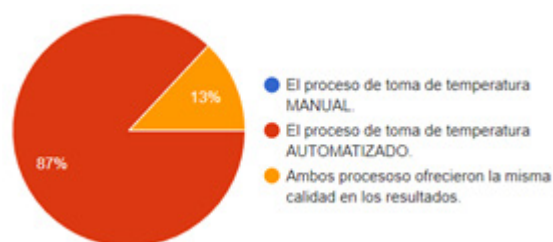
En cuanto a su uso ¿Qué calificación le asigna al equipo usado para la toma automatizada de datos?

Calificación	Número de estudiantes	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	1	4.3%
4	5	21.7%
5	17	73.9%

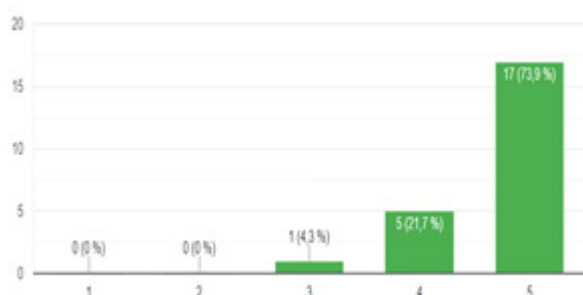
¿En cuanto al software del dispositivo considera que ofrece la información para el uso autónomo del equipo?



¿Seleccione cuál de los dos métodos le permitió a usted tener una práctica más agradable, un resultado más preciso de la temperatura y un mejor tratamiento de datos?



¿Considera usted dinámica la recolección de los datos generados en la experiencia de laboratorio en el método automatizado? (1 nada dinámico 5 muy dinámico)



Observaciones (Para contribuir al proceso de mejora continua nos encantaría conocer las sugerencias referentes al a practica realizada y al dispositivo usado para la automatización del proceso)

Me pareció una práctica supremamente dinámica. En el tema del tiempo creería yo que nos sirvió mucho ya que automáticamente nos daban los valores exactos, casi no teníamos que estar pendiente en el proceso de la toma de las temperaturas por que ya por medio del HeDiLab y el sensor de temperatura nos daban los numeros, y solo era copiarlos. ME GUSTO MUCHO EL LABORATORIO.

Me gustaría que hubieran más equipos, adicional que la pantalla del dispositivo fuera más grade.

En este laboratorio fue mucho más practico la recolección de los datos , mi única observación es el tamaño.

Excelente el programa para la toma de datos.

Ninguna muy bueno.

Una pantalla más grade.

El laboratorio me parecio muy bueno por que aprendimos el comportamiento del agua a unas temperaturas y como esto aumenta y disminuye.

Fuente. Elaboración propia.

Según la información obtenida se observa que el grado de aceptación de la toma de datos automática supera el 86% en comparación con el termómetro de mercurio con solo un 26%, el grado de aceptación del sensor de temperatura automático supera el 73%, la calificación menor o igual a 3/5 puntos para el software es de alrededor del 13% y que el proceso dinámico de toma de datos automática de la temperatura tiene un grado de aceptación alrededor del 73%. Con lo cual se infiere que la herramienta fue aceptada en un alto porcentaje por los estudiantes y facilitó su proceso de aprendizaje a partir de una metodología activa.

Agradecimientos

Este trabajo es parcialmente soportado por el proyecto de investigación titulado "Herramienta didáctica para el mejoramiento del aprendizaje de prácticas de laboratorio de fenómenos químicos y termodinámicos (HeDiLab)-Fase 1" con PI-FI202103 de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium.

Conclusiones

Se desarrolló el prototipo de la herramienta didáctica para el desarrollo de prácticas de laboratorio- HeDiLab, la cual permite ayudar a desarrollar las prácticas de laboratorio de química y termodinámica a los estudiantes de UNICATOLICA, a partir de metodologías activas que permitan una mayor interacción de los estudiantes con la experiencia real. Al ser insertada en una práctica de laboratorio de ley de enfriamiento de Newton en agua para los cursos de termodinámica de UNICATOLICA para las jornadas diurna y nocturna semestre 2022-I, se alcanzó un grado de satisfacción alto y que el método de toma de datos automático fue el que tuvo mayor aceptación.

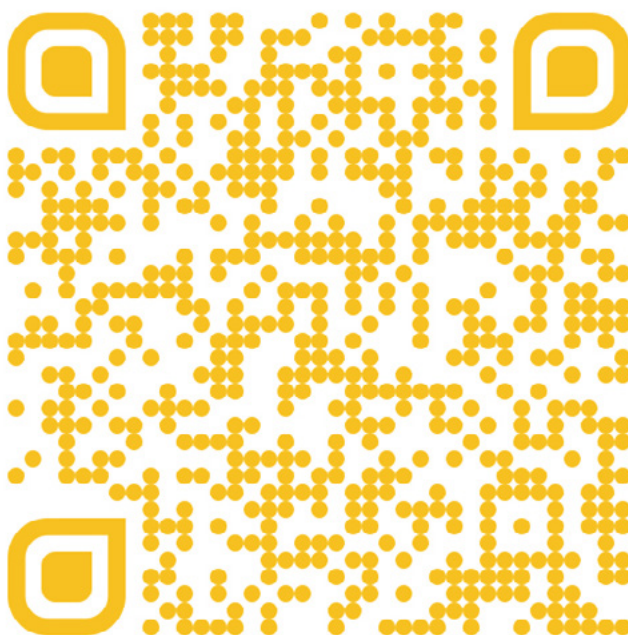
Debido a que HeDiLab fue fabricada con elementos pertenecientes al ecosistema de código abierto, tiene como proyección disminuir los costos de este tipo de tecnologías y poder ser implementado por instituciones de educación superior e incluso instituciones educativas, disminuyendo las brechas con las instituciones de carácter privado o de un mayor estrato socio económico.

Referencias

- M. Troncoso, Y. Dueñas y E. Verdecia, «Inteligencia artificial y educación: nuevas relaciones en un mundo interconectado,» *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, vol. 11, nº 2, 2023.
- M. García y A. Vera-Cruz, «Industria 4.0: ¿una nueva revolución tecnológica?,» *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, vol. 74, nº 2, 2023.
- E. Latorre, K. Castro y I. Potes, *LAS TIC, LAS TAC, Y LAS TEP: innovación educativa en la era conceptual*, Bogotá: Universidad Sergio Arboleda, 2018.
- B. Echeverría y P. Martínez, «Revolución 4.0, Competencias, Educación y Orientación,» *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, vol. 12, nº 2, pp. 4-34, 2018.
- M. Toala, M. Romero, V. Romero y R. Romero, «La inteligencia artificial en la Educación Física en tiempo de COVID 19,» *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, vol. 5, nº 21, p. 1508 – 151, 2021.
- J. Santillán, E. Jaramillo, R. Santos y V. Cadena, «STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior,» *Pol. Con. (Edición núm. 48)*, vol. 5, nº 8, pp. 467-492, 2020.
- A. García, «STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia?,» *Ápice. Revista de Educación Científica*, vol. 4, nº 2, 2020.
- D. M. Bunce, E. A. Flens y K. Y. Neiles, «How Long Can Students Pay Attention in Class? A Study of Student Attention Decline Using Clickers,» *J. Chem. Educ.*, vol. 87, nº 12, p. 1438-1443, 2010.
- M. López, E. Moreno, J. Uyaguari y M. Barrera, «El desarrollo del pensamiento crítico en el aula: testimonios de docentes ecuatorianos de excelencia,» *Areté. Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, vol. 8, nº 15, p. 161 – 180, 2022.
- R. Arum y J. Roksa, *Academically Adrift: Limited learning on college campuses*, Chicago: University of Chicago Press, 2011.
- G. Arráez, A. Lorenzo, M. Gómez y G. Lorenzo, «La clase invertida en la educación superior: percepciones del alumnado,» *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, vol. 2, nº 1, pp. 155-162, 2018.
- J. García, J. Santizo y C. Alonso, «Uso de las TIC de acuerdo a los estilos de aprendizaje de docentes y discentes,» *Revista Iberoamericana De Educación*, vol. 48, nº 2, pp. 1-14, 2009.
- M. Moreir, «Predisposición para un aprendizaje significativo de la física: intencionalidad, motivación, interés, autoeficacia, autorregulación y aprendizaje personalizado,» *Revista de enseñanza de la física*, vol. 33, nº 1, 2021.

- R. Sánchez, C. Mora y L. Velázquez, «Aprendizaje Activo de la Física para estudiantes de Ingeniería en la Ciudad de México,» *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, vol. 1, 2014.
- J. O’Flaherty y C. Phillips, «The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review,» *The Internet and Higher Education*, vol. 25, pp. 85-95, 2015.
- L. Abeysekera y P. Dawson, «Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research,» *Higher Education Research & Development*, vol. 34, n° 1, pp. 1-14, 2015.
- Y. Jiménez y D. Castillo, «Educación de calidad mediante la estrategia Design Thinking,» 2nd Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT, 2017.
- T. Brown, «Design Thinking,» *Harvard Business Review*, vol. 86, n° 9, pp. 62-72, 2008.
- R. Razzouk, «What Is Design Thinking and Why Is It Important?,» *Valerie Shute Review of Educational Research*, vol. 82, n° 3, p. 330-348, 2012.
- J. E. Ordoñez, C.-W. Sanchez y V. Viera, «Diseño de una herramienta didáctica para el desarrollo de prácticas de laboratorio virtuales,» de *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI Vol. II Cuarta Edición*, vol. 2, Medellin, Instituto Antioqueño de Investigación, 2021, pp. 209-227.
- J. E. Ordoñez, C. Burbano, C. Gamboa y C. W. Sánchez, «Use of free hardware and software in engineering educational process of UNICATOLICA,» *Research in Engineering Education Symposium, REES 2017,*, 2017.
- Geogebra, «<https://www.geogebra.org>,» [En línea]. [Último acceso: 22 05 2021].
- A. IDE, «<https://www.arduino.cc/en/software>,» [En línea]. [Último acceso: 12 04 2021].
- python, «<https://www.python.org/>,» [En línea]. [Último acceso: 19 03 2021].
- A. García y Y. Murillo, *La Ley de Enfriamiento de Newton como escenario para la resignificación de lo exponencial a partir de prácticas cotidianas*, Bogotá, Colombia: Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ciencias de la Educación, Programa de Licenciatura en matemáticas y tecnologías de la información, 2017.
- J. F. Gómez y J. R. Razo, «Ley de enfriamiento de Newton de orden Fraccionario,» *Investigación y ciencia*, vol. 22, n° 61, p. 2014, 2014.

PODCAST



PROTOTIPO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABO- RATORIO DE TERMODINÁMICA

John Edward Ordoñez

Carlos William Sánchez

Víctor Viera