

CONSTRUYENDO UN NUEVO MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA PARA INGENIEROS

BUILDING A NEW BASIC PHYSICS LABORATORY MANUAL FOR ENGINEERS

S. C. Zúñiga Martínez¹
J. O. Martínez Cázares²
P. G. Nieto Delgado³

RESUMEN

La tecnología ha ido avanzando y esto ha influenciado en el uso de nuevos instrumentos en los laboratorios didácticos universitarios, lo que ha provocado un cambio sustancial en el diseño de prácticas de laboratorio de Física y por consiguiente también en la realización de nuevos experimentos con la creación de manuales de Laboratorio acordes con la tecnología actual. En el presente trabajo se busca obtener información acerca de las necesidades, características y habilidades de los estudiantes para la estructuración y diseño de un nuevo manual de la materia de “Física A” que llevan los estudiantes del Departamento de Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), por lo que se han formulado preguntas en una encuesta online a 360 alumnos de la Facultad de Ingeniería (UASLP), con la finalidad de identificar las dificultades que se presentan en la elaboración de dichas prácticas. Se hicieron dos encuestas llamadas encuesta de entrada que se realizó a principios del semestre y la otra llamada encuesta de salida al finalizar el mismo, con la finalidad de conocer necesidades, características y habilidades de los estudiantes las cuales serán tomadas en cuenta en la construcción del nuevo manual de prácticas. De los resultados de las encuestas podemos mencionar que un número significativo de estudiantes manifiestan no haber llevado previamente ningún laboratorio de ciencias en el bachillerato, aunque sí mencionan tener una actitud positiva ante el uso de actividades experimentales para aprender Física, lo cual es un parteaguas para la construcción del manual mencionado.

ABSTRACT

Technology has been advancing and this has influenced the use of new devices for university teaching laboratories, which has caused a substantial change in the design of Physics laboratory practices and consequently also in the design of new experiments and the creation of Laboratory manuals more in line with current technology. In this work we seek to obtain information about the needs, characteristics and skills of students for the structuring and design of a new manual for the subject "Physics A" taken by students of the Department of Physics Mathematics of the Autonomous University of San Luis Potosí (UASLP), so questions have been formulated in an online survey to 360 students of the Faculty of Engineering (UASLP), in order to identify the difficulties that arise in the development of said practices. Two surveys were made called an entrance survey that was carried out at the beginning of the semester and the other called an exit survey at the end of it, in order to know the needs, characteristics and skills of the students which will be taken into account in the construction of the new practice manual. From the results of the surveys we can mention that a significant number of students say they have not previously carried out any science laboratory in high school, although they do mention having a positive attitude towards the use of experimental activities to learn Physics, which is a turning point for the construction of the aforementioned manual.

¹ Profesor de Asignatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Departamento Físico Matemático y Facultad de Ingeniería. soraida.zuniga@uaslp.mx

² Técnico Académico. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Departamento Físico Matemático. orlando.martinez@uaslp.mx

³ Profesor de Asignatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Departamento Físico Matemático. guillermo.nieto@uaslp.mx

ANTECEDENTES

El laboratorio de física del Departamento de Físico Matemáticas (DFM), de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) atiende actualmente a un aproximado de 800 alumnos cada semestre, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la misma universidad correspondientes a las materias de Física A, B, C y D que se imparten para diferentes carreras. Los alumnos son de diversas carreras del área de la ingeniería, por lo tanto, la importancia de tener una experiencia de laboratorio didáctica, con una estrategia clara y alcanzable es altamente deseable. Cabe mencionar que, en la mayoría de los estudiantes, es decir, 630 de los alumnos llevan la materia llamada Física A y por lo tanto su laboratorio, que toca temas relacionados con la dinámica de la partícula en una y dos dimensiones. Entonces, con el propósito de facilitar la elaboración de prácticas y de reportes para la materia de Laboratorio de Física A, se plantea tener una actualización del manual, tomando en cuenta que el manual existente no ha tenido un cambio significativo en los últimos 15 años. Para realizar lo anterior, se plantearon dos encuestas en línea: al inicio y término del semestre 2024-2025 I (agosto-diciembre del 2024), que ayudaron a medir varias cosas: la percepción de alumnos que han llevado algún manual de laboratorio previo, si les parecía más accesible el uso de un manual de laboratorio, así como la habilidad que pueden tener ellos para el aprendizaje de la materia de Física A con la realización de prácticas de laboratorio, entre otros.

El objetivo es sustentar la necesidad de una actualización al manual de laboratorio de Física A que está en uso en el DFM, tomando en cuenta las necesidades, características y habilidades de los estudiantes.

Como preguntas de investigación tendremos: ¿Cuál es el perfil de los estudiantes (necesidades, características y habilidades) que llevarán el curso de laboratorio de Física A en el DFM?, ¿cómo tomar en cuenta dicho perfil de los estudiantes para actualizar el manual de laboratorio de Física en el DFM?

Al tomar en cuenta lo anterior, se puede diseñar una actualización al manual de laboratorio que fortalezca de manera didáctica la experimentación que se lleva a cabo por medio de las prácticas del laboratorio de Física A, en el DFM con estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. Cabe mencionar que las materias de Física que se imparten y en especial el curso de Física A, son muy importantes ya que son la base sobre la que se fundamentan muchas de las materias de las respectivas carreras de Ingeniería por lo que el tener un aprendizaje significativo, reforzado con la parte experimental del laboratorio es crucial para la buena formación académica de los futuros ingenieros.

METODOLOGÍA

Las prácticas de laboratorio en la enseñanza universitaria de la física son fundamentales para consolidar el aprendizaje teórico y desarrollar habilidades científicas en los estudiantes. Estas actividades permiten la aplicación práctica de conceptos que fomentan el pensamiento crítico y promueven la comprensión profunda de los fenómenos físicos.

Tradicionalmente, las prácticas de laboratorio se han basado en guías estructuradas que indican procedimientos detallados. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que este enfoque puede limitar el aprendizaje significativo. Pereira y Suárez (2024) argumentan que el uso de guías de laboratorio estructuradas es pedagógicamente inadecuado para un

aprendizaje significativo, y proponen un cambio hacia actividades que reflejen el trabajo científico real y una visión constructivista del aprendizaje, como las mostradas en la investigación acerca de laboratorios sin aulas de bajo costo mediante tecnologías aplicadas al conocimiento para formar ingenieros de Zúñiga et al. (2019), o la práctica de bajo costo usando un celular para medir las variaciones de la aceleración-fuerza en un elevador de Zúñiga et al. (2022).

En este sentido, el enfoque problematizado en las prácticas de laboratorio ha ganado atención, como en las investigaciones acerca de prácticas de laboratorio de bajo costo usando tecnología aplicadas al conocimiento en Zúñiga et al. (2021). Este método se centra en presentar situaciones problemáticas semiabiertas que requieren que los estudiantes formulen hipótesis, diseñen experimentos o prototipos y analicen resultados, promoviendo así el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y una comprensión más profunda de la física. Becerra y Silva (2024) evaluaron este enfoque y encontraron que contribuye significativamente al desarrollo de habilidades de pensamiento científico y a la comprensión conceptual de la física y la química en estudiantes universitarios.

Además, la integración de tecnologías modernas en las prácticas de laboratorio ha mostrado ser beneficiosa. Por ejemplo, de acuerdo a Rodríguez-Llerena & Llovera-González (2021), el uso de sistemas de adquisición de datos basados en plataformas como Arduino ofrece una alternativa simple y de bajo costo para la enseñanza experimental de la física. Estos sistemas permiten a los estudiantes interactuar con herramientas contemporáneas, facilitando la comprensión de conceptos complejos y preparando a los estudiantes para desafíos tecnológicos actuales.

Es esencial que las prácticas de laboratorio en física no solo se centren en la confirmación de teorías conocidas, sino que también fomenten la exploración, la indagación y el pensamiento crítico. Al adoptar enfoques didácticos innovadores y aprovechar las tecnologías disponibles, se puede enriquecer la experiencia educativa y preparar a los estudiantes para enfrentar problemas reales con una mentalidad científica y analítica.

Es importante mencionar que institucionalmente se solicita el uso de manuales para los laboratorios didácticos de las materias básicas como lo es el caso del laboratorio de la materia de Física A, que se imparte en el DFM. Para lograr mejorar y actualizar dicho manual de laboratorio, se considera importante conocer el contexto de los estudiantes que lo usarán, para así generar un producto que sea adecuado a las necesidades y contexto académico de los estudiantes que harán uso del mismo, por lo anterior, se realizaron dos encuestas (formularios online) que se aplicaron a los alumnos al principio (Entrada) y al término (Salida) de su estadía por el laboratorio de Física A usando el manual actual, para conocer sus percepciones.

En la encuesta de “Entrada”, los dos primeros reactivos son básicamente información propia del alumno en relación con el día y la hora en que llevan la materia de laboratorio, es decir la encuesta no fue anónima. El tercer reactivo se refiere acerca de si el alumno en su bachillerato llevó algún laboratorio de cualquier tipo, para poder hacer una evaluación general de que aspectos previos podemos considerar para el nuevo manual de laboratorio de Física A; esto nos lleva al cuarto reactivo donde se cuestiona si en alguno de esos laboratorios, el alumno llevó a cabo los experimentos basado en algún manual o instructivo que le

permitiera guiarse de mejor manera para la realización del experimento y por consiguiente también una mejor comprensión de la teoría de la materia de Física A.

Ahora bien, no siempre el uso de algún manual es indicativo de un óptimo desempeño en dicha clase de laboratorio, puesto que cada alumno posee diferentes habilidades ya sea manuales o de otra índole; entonces el quinto reactivo está diseñado para evaluar esta cuestión y poder enfocar más claramente el objetivo final.

En el reactivo seis de la encuesta de “Entrada” se trató de identificar el nivel de dificultad para la comprensión de indicaciones escritas o dichos de viva voz y así poder tener cercanía a las inquietudes del alumnado. Para finalizar con la encuesta de “Entrada” el reactivo siete se refiere a la importancia de algún apoyo visual (aparte del escrito y el dado de viva voz) que pudieran acompañar a las indicaciones de alguna práctica; por apoyo visual se comprenden: imágenes, esquemas o fotografías de los aparatos que se van a utilizar en las prácticas.

Para la encuesta de “Salida” acerca de laboratorio de Física A se plantearon las mismas 2 primeras preguntas con la finalidad de llevar un control, es decir, información propia del alumno en relación con el día y la hora en que lleva la materia de laboratorio, es decir la encuesta no fue anónima; ya en el tercer reactivo se planteó la pregunta acerca de la importancia de realizar experimentos de Física para la comprensión de la teoría, y en el cuarto reactivo se hizo el cuestionamiento de la claridad del manual actual.

Tratando de hacer una comparación con la Encuesta de Entrada acerca del laboratorio de Física se planteó el reactivo cinco con la pregunta acerca del uso de esquemas o imágenes de los aparatos en un manual de laboratorio de Física y ya para finalizar se propuso en el reactivo seis, con la pregunta acerca del uso específico de una imagen, un esquema o una descripción escrita y en la última pregunta, reactivo siete, el tiempo (promedio) para la lectura y comprensión de toda una práctica.

Las primeras dos preguntas de las encuestas se refieren a información propia del alumnado, se propusieron como posibles respuestas los diferentes horarios y días en que tomaron el laboratorio de Física A que se imparte para alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UASLP; ahora para las demás preguntas, estas fueron diseñadas para obtener respuestas rápidas, concisas y poder hacer una evaluación directa, por lo que se planteó la respuesta dicotómica con posibles si/no y para otras preguntas se planteó la escala de Likert de 5 puntos para poder incluir una opción intermedia o neutral, para así poder obtener una mejor evaluación con respecto de las opiniones del alumnado.

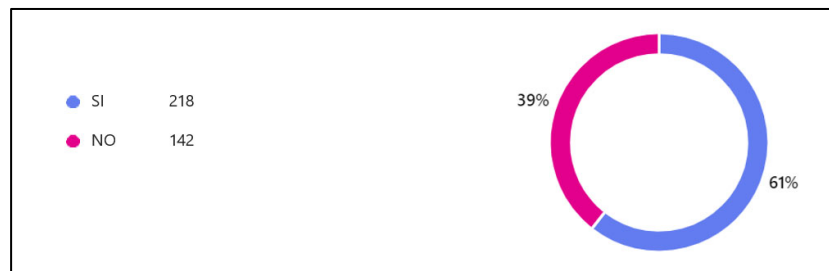
RESULTADOS

Se muestran las preguntas y los resultados de las encuestas de “Entrada” y de “Salida” aplicados a 360 alumnos del laboratorio de Física A en el DFM, durante el semestre 2024-2025 I (agosto-diciembre del 2024). A continuación, se presentan las preguntas de las encuestas de entrada y salida, para lo cual, nombraremos con letra E las de entrada, y las de salida con letra S, se les dio una numeración continua a las preguntas de la encuesta de salida, con respecto a las de entrada, para hacerlo más práctico.

E1.- Llevé algún Laboratorio en el bachillerato, ya sea de materias: como ¿Física, Química, Biología, etc.?

En la Figura 1, se muestra que la mayoría de los alumnos, es decir el 61% de los alumnos que ingresan a llevar el laboratorio de Física A, si llevaron laboratorios de alguna materia previamente en su bachillerato, y el 39 % no llevaron ningún laboratorio previamente.

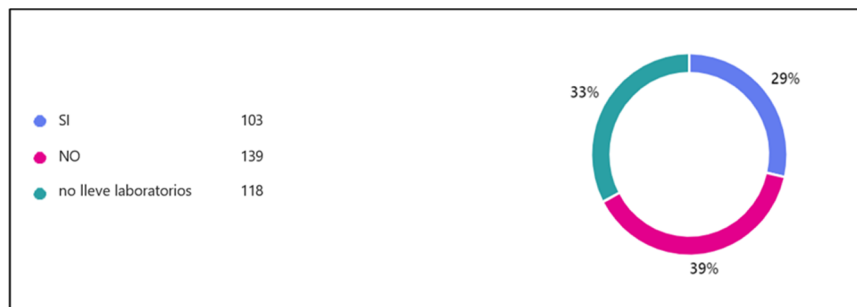
Figura 1. Gráfica correspondiente a la pregunta E1, de la encuesta de Entrada: Llevé algún Laboratorio en el bachillerato, ya sea de materias como: ¿Física, Química, Biología, etc.?



E2.- ¿Dentro de los laboratorios que llevé en bachillerato usé un manual de Laboratorio?

La Figura 2 muestra que solo el 29% de los encuestados si ha usado un manual de laboratorio previamente durante el bachillerato y el 39% no usaron un manual en los laboratorios en el bachillerato. Entonces podemos afirmar que menos de la tercera parte de los encuestados usaron previamente un manual en el laboratorio.

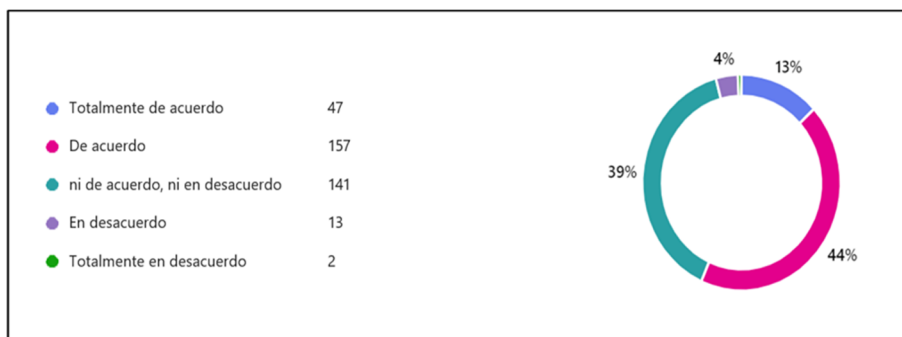
Figura 2. Gráfica correspondiente a la pregunta E2, de la encuesta de Entrada: ¿Dentro de los laboratorios que llevé en bachillerato usé un manual de Laboratorio?.



E3.- ¿Me resulta fácil realizar prácticas y/o actividades experimentales en el Laboratorio de Física o en la materia de Física?

En la Figura 3 se muestra los porcentajes de respuestas a la pregunta E3, de lo cual se sabe que el 44% de los alumnos están de acuerdo, y el 13% están totalmente de acuerdo con que, les resulta fácil realizar prácticas y/o actividades experimentales en el Laboratorio de Física o en la materia de Física, por lo que podemos decir que los estudiantes tienen en su mayoría una actitud positiva ante realizar prácticas y/o actividades experimentales en Física.

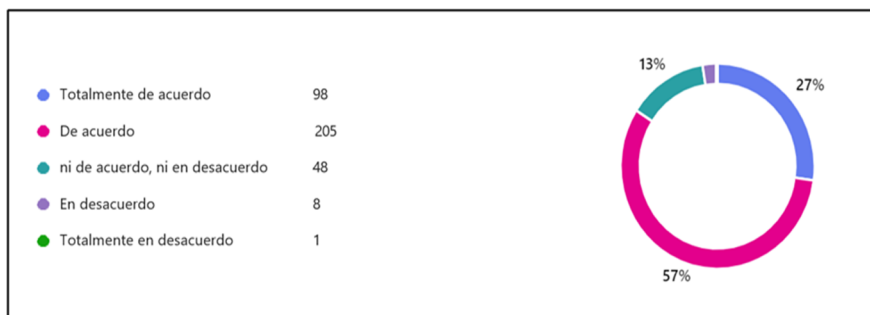
Figura 3. Gráfica correspondiente a la pregunta E3, de la encuesta de Entrada: *¿Me resulta fácil realizar prácticas y/o actividades experimentales en el Laboratorio de Física o en la materia de Física?*



E4.- *¿Me resulta fácil seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas?*

En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos para la pregunta E4 de la Encuesta de Entrada, por lo que podemos afirmar que el 57% están de acuerdo, y el 27 % están totalmente de acuerdo en que, les resulta fácil seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas. Es decir, hay una actitud positiva ante el hecho de seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas.

Figura 4. Gráfica correspondiente a la pregunta E4, de la encuesta de Entrada: *¿Me resulta fácil seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas?*

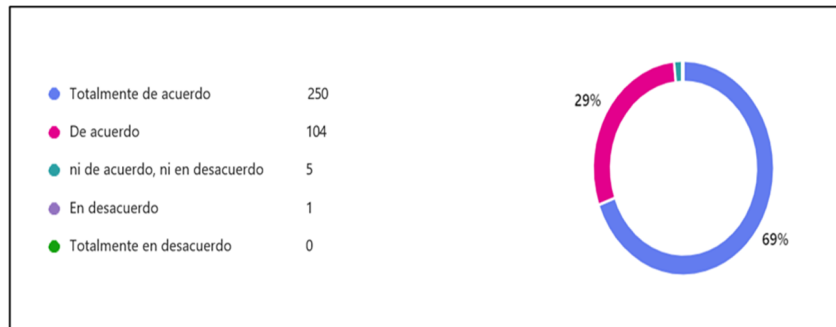


Y para finalizar con la encuesta de Entrada se formuló la siguiente pregunta:

E5.- *¿Considero que es muy importante que exista apoyo visual (imágenes, esquemas o fotografías) que acompañen las indicaciones de una práctica?*

De la Figura 5, se observa que la mayoría, es decir el 69% de los alumnos consideran estar totalmente de acuerdo en que es muy importante que exista apoyo visual (imágenes, esquemas o fotografías) que acompañen las indicaciones de una práctica.

Figura 5. Gráfica correspondiente a la pregunta E5, de la encuesta de Entrada: *¿Considero que es muy importante que exista apoyo visual (imágenes, esquemas o fotografías) que acompañen las indicaciones de una práctica?*

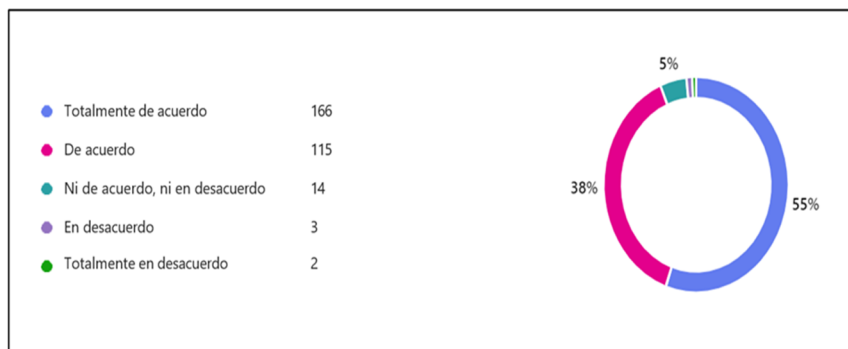


A continuación, se tienen los resultados para la Encuesta de Salida, la que se indica con la letra S, donde se muestra la pregunta y sus resultados correspondientes.

S6.- ¿Es muy importante para mí contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica?

En la Figura 6 se tiene que el 55% de los encuestados están totalmente de acuerdo y 38 % de acuerdo en que, es muy importante para ellos el contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica.

Figura 6. Gráfica correspondiente a la pregunta S6 de la Encuesta de Salida: *¿Es muy importante para mí contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica?*



S7.- ¿Te pareció claro el Manual de Física A que llevaste en este curso?

En la Figura 7, el 83% de los encuestados afirma que les pareció claro el Manual de Física A que llevó durante en el curso. Debemos hacer notar que, para la realización de las encuestas los alumnos debieron dar su nombre y su horario de laboratorio, entonces, si las respuestas hubiesen sido anónimas tal vez los resultados hubieran cambiado un poco.

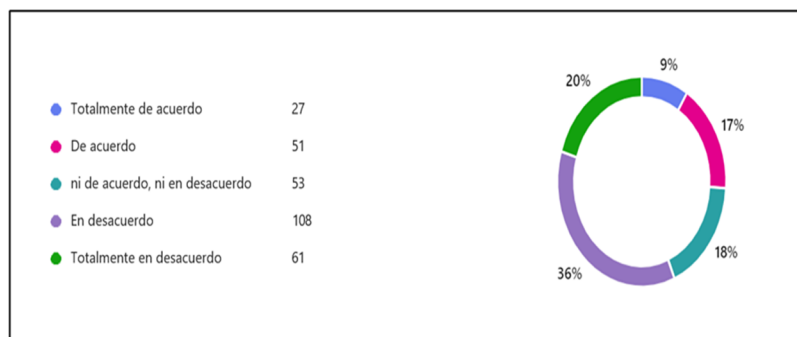
Figura 7. Gráfica correspondiente a la pregunta S7 de la Encuesta de Salida: ¿Te pareció claro el Manual de Física A que llevaste en este curso?



S8.- ¿Es entendible un manual de prácticas de laboratorio que NO contienen esquemas o imágenes de los aparatos e instrumentos que se usaran en las mismas?

En la Figura 8 el mayor porcentaje, estuvo en desacuerdo (36%) o totalmente en desacuerdo (20%), o sea, la mayoría de los alumnos prefiere un manual con imágenes que le ayuden al desarrollo de la práctica.

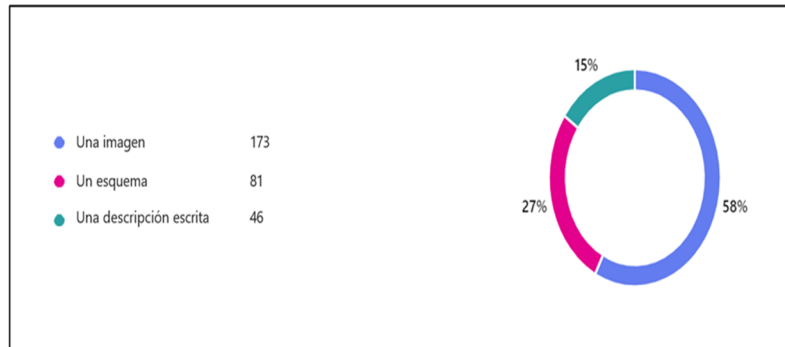
Figura 8. Gráfica correspondiente a la pregunta S8 de la Encuesta de Salida: ¿Es entendible un manual de prácticas de laboratorio que NO contienen esquemas o imágenes de los aparatos e instrumentos que se usaran en las mismas?.



S9.- Para comprender una indicación en el manual prefiero: ¿una imagen, un esquema o una descripción escrita?

En la Figura 9, se observa que la mayoría de los encuestados, es decir el 58% de ellos prefiere una imagen para comprender una indicación en el manual.

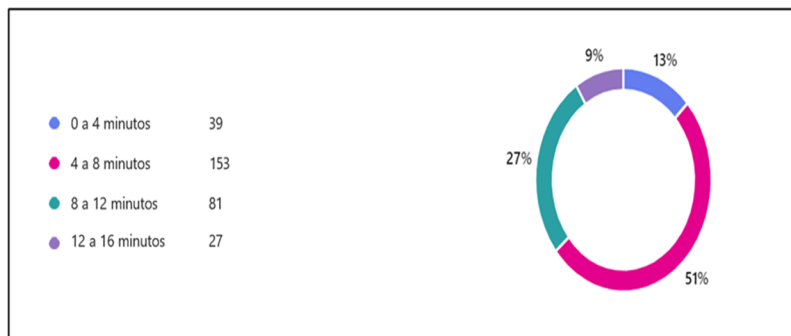
Figura 9. Gráfica correspondiente a la pregunta S9 de Encuesta de Salida: Para comprender una indicación en el manual prefiero: ¿una imagen, un esquema o una descripción escrita?.



S10- ¿Cuánto tiempo (en promedio) te tomó el leer y comprender una sola práctica hasta comprenderla toda?

En la Figura 10, se observa que el mayor porcentaje de alumnos que es el 51% indicó que le toma entre 4 y 8 minutos leer y comprender la práctica, se debe tomar en cuenta que los estudiantes están restringidos a realizar la práctica en 55 minutos, que es lo que dura la clase de Laboratorio.

Figura 10. Gráfica correspondiente a la pregunta S10 de Encuesta de Salida: ¿Cuánto tiempo (en promedio) te tomó el leer y comprender una sola práctica hasta comprenderla toda?



CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los estudiantes consideramos que el aprendizaje kinestésico es muy importante en la rama de la física, ya que la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo con que es muy importante para ellos contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica. También, es de importancia que además de las indicaciones de un docente, exista un manual escrito que sirva como guía para la realización de experimentos de física y que dicho manual sea actualizado regularmente, para cubrir los grandes avances que está mostrando la tecnología.

Dicho esto, es de suma importancia que el manual de Laboratorio de Física A contenga imágenes muy claras, tanto del montaje como del uso de los aparatos que se usarán para el experimento, ya que la mayoría de los estudiantes encuestados así lo manifiesta. Por lo anterior, se propondrá una actualización al manual del Laboratorio de Física A que considere los resultados de esta investigación al hacer uso de imágenes más actuales, incorporando el uso de nuevas tecnologías, un lenguaje claro y objetivo que mejore el que ya es usado actualmente en el laboratorio. Lo anterior en aras de mejorar el aprendizaje de los conceptos relacionados con la física, lo cual impactaría en la mejora de la formación académica básica de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UASLP.

BIBLIOGRAFÍA

- Labra, C. B., & Arias, L. A. S. (2024). Trabajo de laboratorio en física y química a través de un enfoque problematizado. *Revista de enseñanza de la física*, 36(1), 53–66. <https://dx.doi.org/10.55767/2451.6007.v36.n1.45312>
- Pereira, A., & Suárez, Á. (2024). *Las actividades de laboratorio en Física: un cambio en la estructura a favor del conocimiento científico* [Preprint]. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10151>
- Rodríguez-Llerena, D., & Llovera-González, J. (2021). Trabajo de laboratorio en física con sistemas de adquisición de datos. *Formación Universitaria*, 14(2), 141-150
- Zúñiga, S., Zermeño, E., Briones, O., & Moreno, N. (2019). Laboratorios sin aulas de bajo costo mediante tecnologías aplicadas al conocimiento para formar ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 11, 1–10. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/572/1212>
- Zúñiga, S., Zermeño, E., Moreno, N., & Nieto, P. (2021). Práctica de laboratorio de bajo costo, usando TAC en la nueva normalidad. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 13, [páginas]. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/766>
- Zúñiga, S., Zermeño, E., & Moreno, N. (2022). Variaciones de la aceleración-fuerza en un elevador, práctica de bajo costo usando un celular. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 14, [páginas]. <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/801>