

HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS EMPLEADAS PARA LA ENSEÑANZA DE FÍSICA EN INGENIERÍA

TOOLS AND STRATEGIES USED FOR THE TEACHING OF PHYSICS IN ENGINEERING

A. D. Nieto Yáñez¹
R. E. López Díaz²
I. Y. Hernández Báez³
M. A. Ruíz Jaimes⁴

RESUMEN

En este artículo se presentan un conjunto de herramientas empleadas en la impartición de clases del área de Ciencias Básicas en particular de Física a nivel universitario, además, de una estrategia para incrementar el interés por aprender en este tipo de asignaturas vinculándolas con las asignaturas de Programación. Estas herramientas fueron analizadas y seleccionadas como consecuencia de la necesidad de impartir clases de forma virtual durante la pandemia. En particular, en este artículo se analizan las herramientas para temas de Física dado que en las clases presenciales antes de la pandemia se hacía uso de un laboratorio en el que se hacían prácticas de manera presencial. Finalmente se presentan las herramientas que se recomienda seguir utilizando al cambiar la modalidad de virtual a presencial.

ABSTRACT

This article presents a set of tools used in teaching classes in Basic Sciences, particularly Physics at the university level, as well as a strategy to increase interest in learning in this type of subjects by linking them with Programming. These tools were analyzed and selected because of the need to teach classes virtually during the pandemic. This article analyzes the tools for Physics topics, given that in face-to-face classes before the pandemic, a laboratory was used for face-to-face practices. Finally, the tools that it is recommended to continue using when changing the modality from virtual to face-to-face are presented.

ANTECEDENTES

En cualquier plan de estudios de una Ingeniería se incluye una considerable cantidad de créditos en asignaturas de Ciencias Básicas, particularmente, el plan de Estudios de la Ingeniería en Tecnologías de la Información (ITI) de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos incluye doce asignaturas en las áreas de Química (1), Física (3) y Matemáticas (8), en las cuales los índices de reprobación son altos y de acuerdo con encuestas realizadas de manera informal a los estudiantes de primer ciclo de formación que tenían asignaturas de Ciencias Básicas no aprobadas en sesiones de tutorías, los motivos de reprobación que señalan son los siguientes:

- Las temáticas son complicadas y no logran entender.
- No entregaron evidencias sumativas, algunos dicen que por falta de organización de su tiempo y otros señalan que es por falta de interés en la asignatura porque consideran que no son importantes para su formación.

Esto último, también fue expresado por alumnos que acreditan las asignaturas, y a pesar de que no les parecen complicadas también cuestionan el que este tipo de asignaturas estén

¹ Profesora Investigadora. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. anieto@upemor.edu.mx

² Profesor Investigador. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. rlopezd@upemor.edu.mx

³ Profesora Investigadora. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. ihernandez@upemor.edu.mx

⁴ Profesor Investigador. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. mruiz@upemor.edu.mx

incluidas en su plan de estudios. Sin embargo, de acuerdo con Méndez (2010) estas asignaturas les ayudan a ejercitar su razonamiento, a impulsarlos y a ser creativos e innovadores, menciona también que el resolver problemas de estas asignaturas ayudará a resolver problemas que se enfrenten en su vida profesional.

Este estudio fue realizado en dos periodos, enero-abril del 2021 y en enero-abril de 2022. El periodo del 2021 se realizó de manera virtual de forma síncrona que de acuerdo con Mujica (2020) permite que, los estudiantes interactúen con el profesor y con sus compañeros y que si tienen dudas puedan resolverse en el momento. Posteriormente, en enero del 2022 se pasó a una modalidad en la cual se tenía un 50% de los estudiantes de forma presencial y el otro 50% de manera virtual alternando los días que asistían cada parte del grupo.

Antes de la pandemia, las clases de estas asignaturas se llevaban a cabo dentro de un salón de clases que tenía disponible un proyector y un pizarrón blanco. Para las asignaturas de Química y Física se tenía el acceso a laboratorios para realizar prácticas una de las sesiones de la semana. Para las asignaturas de Matemáticas Básicas para Computación y Matemáticas para Ingeniería I y II se tenía disponible un laboratorio de cómputo. Durante la pandemia se usaron de forma generalizada Google Classroom, Meet y Jamboard en los periodos virtual e híbrido. Adicional a estas herramientas, fue necesario utilizar e incorporar herramientas particulares para los contenidos temáticos de las asignaturas.

Este trabajo tiene dos objetivos, el primero es analizar las herramientas de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) usadas para que los estudiantes, sin importar si están de forma presencial o virtual puedan continuar con el proceso de aprendizaje y no sólo se impartan contenidos sin llevarlos a la práctica. Y el segundo objetivo es que los problemas de áreas en este caso de Física se relacionen con uno de sus principales ejes de formación como lo es la Programación para incrementar el interés de los estudiantes por asignaturas que consideran no importantes en su formación, dado que no necesariamente tendrían que resolver por resolver un problema de Física pero tal vez en su vida profesional si podrían participar en proyectos multidisciplinarios que requieran que programen por ejemplo simuladores y para programar necesitan esa formación básica.

Se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Es posible encontrar herramientas que ayuden a que las horas de teoría y práctica de una asignatura sigan siendo las establecidas en el plan de estudios a pesar de no tener un laboratorio disponible de forma presencial?
2. ¿Incorporar la programación podría ayudar a que disminuya la cantidad de estudiantes que consideran que las asignaturas de Ciencias Básicas no son indispensables para su formación como Ingeniero en Tecnologías de la Información?

En las siguientes secciones se presentan la metodología propuesta, los resultados obtenidos y conclusiones.

METODOLOGÍA

Una estrategia para el aprendizaje de la Física y para lograr el interés de los estudiantes de ITI es emplear el aprendizaje en contexto. En Flores et al. (2008) analizan el aprendizaje de la Física y las Matemáticas en contexto, y se presentan objetos de evaluación continua, los

cuales incluyen prácticas de laboratorio, implementaciones de software, uso de las TIC, manuales de prácticas, demostraciones de conceptos físicos e implementación de demostraciones de proyectos en los salones de clase.

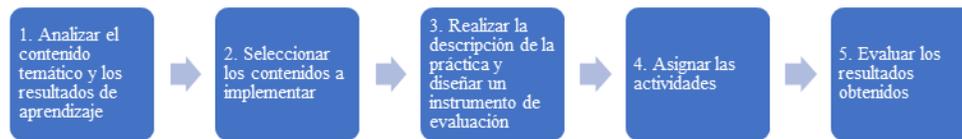
Adicionalmente, en Trejo et al. (2013) se presenta un estudio en donde analizan las Matemáticas en la formación de un ingeniero, en la cual mencionan que las Matemáticas en contexto contempla nueve etapas, entre las cuales se incluyen:

1. Determinación de los eventos o problemas contextualizados.
2. Planteamiento del evento contextualizado.
3. Determinación de variables y las constantes del problema.
4. Inclusión de los temas y conceptos matemáticos para abordar el desarrollo del modelaje y su solución.
5. Determinación del modelo matemático.
6. Solución matemática del problema.
7. Determinación de la solución en términos del problema y áreas de las disciplinas del contexto.
8. Interpretación de la solución
9. Descontextualización de los conceptos

Basándose en estos estudios previos, y dado que ya se contaba con prácticas de laboratorio diseñadas se decidió hacer uso de las TIC y realizar implementaciones de software dado que la programación es uno de los principales ejes de formación de un ITI. La metodología para relacionar las asignaturas de Física y Física para Ingeniería consta de los siguientes pasos y se muestra en la Figura 1:

1. Analizar el contenido temático de cada una de las asignaturas sin perder de vista los resultados de aprendizaje de cada unidad.
2. Seleccionar los contenidos temáticos que pueden ser implementados en un programa. Dar preferencia a aquellos contenidos que impacten más fuertemente en la adquisición de un atributo de egreso.
3. Realizar la descripción de la práctica y diseñar un instrumento de evaluación para el reporte del programa implementado. El instrumento de evaluación puede ser una lista de cotejo o una rúbrica. El reporte debe incluir una portada, tabla de contenido, introducción, marco teórico, diseño de la solución, pruebas, análisis de resultados y conclusiones.
4. Asignación de las actividades. Una vez diseñada la actividad será proporcionada a los estudiantes junto con el instrumento de evaluación y la fecha de entrega de la evidencia.
5. Evaluación de los resultados obtenidos. Una vez entregada la evidencia por parte de los estudiantes deben aplicarse los instrumentos de evaluación y en caso de ser una evidencia diseñada para evaluar un atributo de egreso se aplicará también la rúbrica y llenarán las cédulas de evaluación del atributo.

Figura 1. Pasos de la metodología empleada para relacionar las asignaturas de Física con la programación



Por otro lado, para realizar la revisión de herramientas se utilizó como base la metodología propuesta en Nieto et al. (2021), la cual se empleó para analizar y seleccionar herramientas para impartir clases de Programación en modo virtual. En este caso se realizó el proceso para cada asignatura del área de Física, (Física y Electricidad y Magnetismo de segundo cuatrimestre y Física para Ingeniería de quinto cuatrimestre).

Los pasos fueron los siguientes:

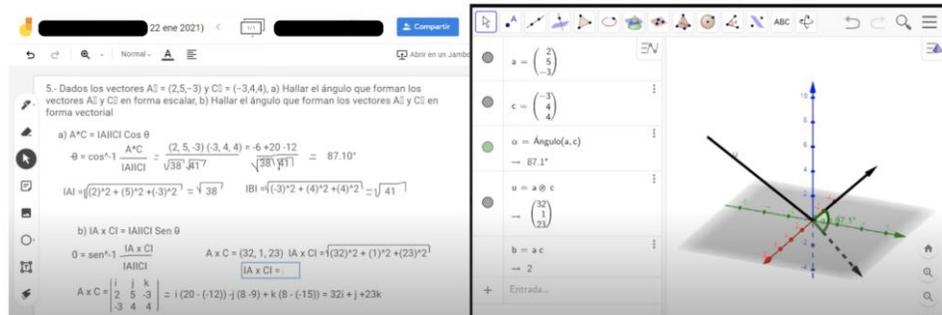
1. Revisar herramientas que apoyan a resolver la problemática encontrada. Analizar ventajas y desventajas, dando preferencia a aquellas que no requerían algún dispositivo adicional y que fuera fácil de usar para los estudiantes, además de que se tuviera una versión gratuita. En este estudio se analizaron dos problemáticas: La primera, la impartición de clases de manera virtual de clases que se realizaban en un salón de clases de forma presencial y segunda, la impartición y realización de prácticas de laboratorio. Para identificar las herramientas que se requerían para reemplazar el pizarrón y el acompañamiento del profesor en el laboratorio se revisó el contenido temático de cada una de las asignaturas
2. Instalar o registrarse (en caso de que fuera en línea).
3. Usarla en una clase y recibir retroalimentación a través de cuestionamientos y observación directa al emplear la herramienta.
4. En caso de que la retroalimentación fuera negativa probar con otra alternativa.

RESULTADOS

Para el periodo de enero-abril 2021 se emplearon:

- Curso en Google Classroom para todas las asignaturas. Se usó para compartir material, recepción de evidencias sumativas y formativas y como medio de comunicación de forma asíncrona e incluso evaluaciones de conocimiento mediante formularios.
- Google Meet y Jamboard para todas las asignaturas. Se usaron para realizar las clases de manera síncrona y como medio para impartir asesorías reemplazando el salón de clase y el pizarrón.
- GeoGebra para Física y Física para Ingeniería. Se usó para los temas y actividades que requerían graficación y todo tipo de operaciones con vectores. En la Figura 2 se muestra uno de los usos de GeoGebra para graficar y comprobar los resultados obtenidos de forma manual durante una sesión de clase.

Figura 2. Ejemplo de uso de Geogebra para impartir clases de Física

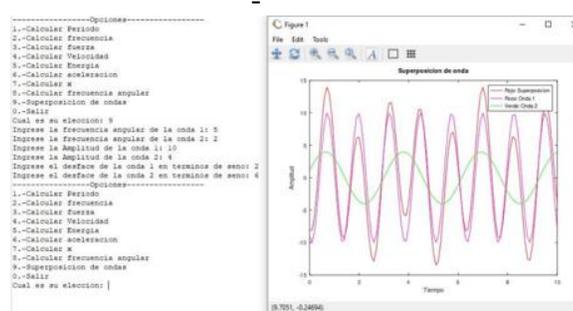


- Crocodile Physics (versión Demo) en Física. Se usó como apoyo para la unidad de cinemática.
- Laboratorio virtual. Para realizar prácticas de propiedades de materiales, cinemática y dinámica de forma virtual (<https://labovirtual.blogspot.com/p/fisica.html>).
- Aplicación Oscopie en Física para Ingeniería. Se usó para realizar prácticas de análisis de ondas apoyadas de materiales caseros. En la Figura 3 se muestra una pantalla del celular con la app Oscopie instalada y usada para medir velocidades de onda. El usar esta aplicación ayudó a que los estudiantes comprendieran diferentes fenómenos físicos y les pareció fácil de usar y en cierta forma divertida.

Figura 3. Ejemplo de uso de la app Oscopie para un experimento con ondas de sonido



- Generador de tonos online en Física para Ingeniería para realizar experimentos con ondas de sonido (<https://tecnoedu.com/Pasco/GeneradorTonosOnline.php>).
- GNU Octave para que temas de Física para Ingeniería fueran implementados en un programa. Los alumnos implementaron una calculadora para resolver y graficar entre otras cosas, fórmulas de acústica y óptica. En la Figura 4 se muestra una captura de pantalla de una de las implementaciones de los estudiantes. Este tipo de actividades no les parecieron divertidas, pero si interesantes porque consideraron que al pasar las fórmulas a un programa les ayudó a comprender el tema.

Figura 4. Captura de pantalla de la implementación de la calculadora de acústica

Adicionalmente en todas las asignaturas se recomendaron videos y referencias para reforzar lo visto en las sesiones síncronas.

En la asignatura de Electricidad y Magnetismo no se emplearon herramientas adicionales en lugar de eso, se realizaron un conjunto de experimentos caseros para los conceptos de imanes, carga eléctrica, la Ley de Coulomb, el experimento de Oersted, el motor homopolar basado en la ley de Fuerza de Lorentz, el electromagneto y la inducción electromagnética y además de los reportes se entregaban videos.

Para el periodo de enero-abril 2022 se continuó empleando:

- Google Classroom, Meet y Jamboard dado que la mitad del grupo aún se encontraba de forma virtual.
- GeoGebra para graficación.
- Compilador libre seleccionado por los estudiantes para implementación de programas de las principales temáticas de Física y Física para Ingeniería.

Por lo que respecta a la enseñanza-aprendizaje de la Física en contexto, se decidió que primero se realizara dentro del área de Física.

Primeramente, se analizaron los contenidos temáticos y se propusieron evidencias en Física y en Física para Ingeniería.

La evidencia de Física se trató de una evidencia de producto titulada “Suma de Vectores” y constó de dos fases:

1. Desarrollo de la práctica de laboratorio y documentarla.
2. Desarrollar un código y programa ejecutable que permita la solución de problemas como el analizado en la práctica de laboratorio. Comparar los resultados obtenidos en la práctica con los obtenidos con el programa desarrollado y escribir un reporte escrito y una exposición que incluye desde el planteamiento del problema, el diseño de la solución, pruebas de la ejecución y conclusiones.

Esta evidencia además fue empleada para evaluar los atributos de egreso de un ITI. En la Figura 5 se muestra el instrumento para la evaluación del reporte de la práctica, en el cual el programa tiene un 20% de la calificación. En la Figura 6 se muestra el instrumento de evaluación del atributo de egreso 1 y del atributo de egreso 2, en los que se mide el nivel de comprensión y aplicación de las Ciencias Básicas para resolver un problema de Ingeniería.

Figura 5. Instrumento de evaluación de la evaluación de la evidencia de producto de la asignatura de Física

| Lista de cotejo | | FÍSICA | |
|---|--|--------|---------------------------|
| E02 | | | |
| Práctica de Laboratorio 1 | | | |
| DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN | | | |
| Nombre del profesor | Asignatura | Fecha | 2023/01/01 |
| | | | Periodo lectivo 2023-2024 |
| <p>INSTRUCCIONES</p> <p>Realizar los documentos e actividades que se indican e entregar en los espacios el porcentaje obtenido en cada cotejo tomando como máximo el valor del cotejo. Marque la columna "Observaciones" cuando tenga que hacer comentarios referentes a la razón de por qué no obtuvo el máximo puntaje en el cotejo.</p> | | | |
| Valor | Características a cumplir (puntos) | % | Observaciones |
| Desarrollo de la práctica en el laboratorio | | | |
| 12.5% | Material para realizar la práctica | | |
| 12.5% | Participación de cada integrante | | |
| 5% | Orden y respeto | | |
| Reporte de práctica | | | |
| 2% | Presentación. Presenta portada con logo de la universidad, nombre de la evidencia, asignatura, integrantes del equipo (nombres y matrículas), nombre del profesor. | | |
| 5% | Introducción. Expresa brevemente el contenido funcional de la del trabajo. | | |
| 5% | Descripción teórica. Hace una breve descripción teórica de los temas y métodos desarrollados. | | |
| 12% | Desarrollo de la práctica. Realiza una descripción de lo realizado en el desarrollo de la práctica. Agrega imágenes, enlaces con evidencias lo realizado. | | |
| 12% | Resultados. Presenta tablas de resultados, utiliza ecuaciones para obtener resultados, gráficas, etc. | | |
| 12% | Conclusiones. A partir de los conceptos, teorías y los resultados obtenidos, se presentan conclusiones de lo realizado y del aporte de la realización de la práctica. Expone sus opiniones sobre los resultados obtenidos, haciendo énfasis en los obstáculos que se presentaron a lo largo del trabajo y la forma en que se resolvieron. | | |
| 2% | Estructura del trabajo. Se observa orden, ortografía y gramática adecuada. Así como un correcto uso del lenguaje matemático. | | |
| Programa | | | |
| 10% | Existencia de programa ejecutable para la solución de problemas del tema de la práctica. | | |
| 10% | Critica el programa realizado para obtener resultados que son comparados con los obtenidos en la práctica. | | |
| 100% | Calificación final | | |

Figura 6. Instrumento de evaluación para medir los atributos de Egreso de un ITI

| Atributo de egreso: | | | | |
|--|--|--|---|---|
| AE1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería. | | | | |
| Criterios de desempeño | Evaluación | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| AE1.1. Comprende un problema de ingeniería, identificando adecuadamente las variables y el método para resolverlo correctamente. | El estudiante no comprende el problema y no es capaz de identificar variables ni el método adecuado para resolverlo. | El estudiante comprende el problema e identifica variables, pero no es capaz de identificar el método adecuado para resolverlo. | El estudiante comprende el problema, identifica variables y el método adecuado, pero no es capaz de resolver el problema correctamente. | El estudiante comprende el problema, identifica las variables y el método adecuado, y es capaz de resolver el problema correctamente. |
| AE1.2. Realiza un análisis crítico de resultados obtenidos para plantear la solución de problemas complejos de ingeniería. | El estudiante no es capaz de realizar un análisis crítico de resultados ni plantear solución a los problemas dados. | El estudiante realiza un análisis crítico adecuado de los resultados, pero no es capaz de plantear la solución del problema. | El estudiante realiza un análisis crítico adecuado de los resultados, planteando la solución más eficiente de los problemas dados. | El estudiante realiza un análisis crítico sobresaliente de los resultados. |
| AE1.3. Encuentra la solución de la manera más eficiente aplicando principios de las ciencias básicas e ingeniería. | El estudiante no encuentra la solución y no es capaz de identificar los principios adecuados de ciencias básicas e ingeniería para hacerlos. | El estudiante identifica los principios básicos de ciencias e ingeniería para encontrar una solución eficiente pero no es capaz de aplicarlos. | El estudiante encuentra parcialmente la solución aplicando principios de las ciencias básicas e ingeniería. | El estudiante encuentra la solución de la manera más eficiente aplicando de manera sobresaliente principios de las ciencias básicas e ingeniería. |

| Atributo de egreso: | | | | |
|---|--|--|---|--|
| AE2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas. | | | | |
| Criterios de desempeño | Evaluación | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| AE2.1. Identifica los requerimientos para resolver problemas de ingeniería, recolectando la información apropiada y proponiendo soluciones creativas. | El estudiante no identifica los requerimientos del proyecto, no es capaz de recolectar la información requerida ni proponer una solución o proceso adecuado. | El estudiante identifica los requerimientos para resolver problema de ingeniería, recolectando la información apropiada pero no es capaz de proponer soluciones creativas. | El estudiante identifica los requerimientos para resolver problema de ingeniería, recolecta la información apropiada y es capaz de proponer soluciones de manera parcial. | El estudiante identifica los requerimientos para resolver problema de ingeniería, recolectando la información apropiada de manera eficiente y es capaz de proponer la mejor solución creativa. |
| AE2.2. Alcanza la implementación adecuada del diseño de ingeniería y documenta adecuadamente los procesos a seguir. | El estudiante no es capaz de realizar la implementación del diseño de ingeniería ni de documentar adecuadamente los procesos a seguir. | El estudiante puede documentar adecuadamente los procesos a seguir pero no es capaz de realizar la implementación del diseño de ingeniería. | El estudiante es capaz de realizar la implementación parcial de un diseño de ingeniería documentando adecuadamente los procesos a seguir. | El estudiante es capaz de realizar la implementación completa y eficiente de un diseño de ingeniería documentando adecuadamente los procesos a seguir. |

El indicador empleado era el porcentaje de estudiantes con una calificación mayor o igual a 3 y se planteó una meta del 50%. Los resultados obtenidos fueron un 72.1% en el atributo de egreso 1 y un 76.9% en el atributo de egreso 2, lo cual superó por un 22.1% y 26.9% respectivamente la meta planteada, por lo que, los estudiantes lograron entender el concepto y fueron capaces de implementar una solución informática. En este caso, los estudiantes seleccionaron implementar los programas usando lenguaje C.

La evidencia de Física para Ingeniería se trató de una evidencia de producto titulada “Calculadora de acústica” y constó de dos fases al igual que la evidencia de la asignatura de Física, el instrumento de la evidencia se muestra en la Figura 7. En esta evidencia los estudiantes decidieron implementar usando GNU Octave. Cabe mencionar que, esta evidencia no fue seleccionada para evaluar atributos de egreso por lo cual, sólo se aplicó el

instrumento de evaluación de la evidencia. Obteniendo un 100% de alumnos que obtuvieron una calificación mayor o igual al 70.

Figura 7. Instrumento de evaluación de la evaluación de la evidencia de producto de la asignatura de Física para Ingeniería

The image shows a screenshot of a table titled 'INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA EVIDENCIA DE PRODUCTO DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA PARA INGENIERÍA'. The table has columns for 'Evidencia', 'Criterios de Evaluación', 'Puntaje', and 'Observaciones'. It lists various criteria for evaluating student work, such as 'Elaboración de un informe de laboratorio', 'Análisis de los resultados', and 'Presentación del trabajo'. The table is partially filled with data, showing scores and observations for different evidence items.

Para ambas asignaturas se obtuvieron buenos resultados al incluir una evidencia que incluyera programación para reafirmar lo aprendido. Un resultado importante de aplicarlo desde Física fue que en Estancia 1, un equipo formado por tres integrantes que cuando estuvieron en segundo realizaron la evidencia se interesó en realizar un proyecto para desarrollar un simulador de un proceso de mecánica fuertemente relacionado con Física en cual tuvo resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES

En este artículo se presentó la revisión de las herramientas usadas para impartir clases de Física de forma virtual, respondiendo a la primera pregunta de investigación planteada se concluye que, si se encontraron herramientas para que se tuviera teoría y práctica a pesar de no contar con laboratorios de manera presencial, lo cual permitió que a pesar de la virtualidad no se afectara el avance en la formación de los estudiantes.

Algunas de las herramientas usadas de forma virtual se dejaron de usar al momento que se tuvo posibilidad de asistir a un laboratorio de forma presencial, sin embargo, aplicaciones como Oscopio representa una alternativa de fácil uso y acceso desde un celular que, aunque no tiene la exactitud de un osciloscopio disponible en el laboratorio, es suficiente para las actividades del curso. El uso de GeoGebra les ayuda a los estudiantes no sólo a graficar y realizar operaciones con la calculadora que ofrece, sino que los recursos disponibles podrían usarse como apoyo para reforzar temas y usarlo en combinación con Google Classroom donde se tiene el curso facilitaría la integración de las evidencias y las evaluaciones.

Otra recomendación sería no dejar los experimentos caseros porque a los estudiantes en general les parecieron interesantes y divertidos ya que con materiales que tenían disponibles en casa podrían replicar leyes y principios de la Física.

Por otro lado, en cuanto a la segunda pregunta de investigación se concluye que los resultados de incluir una evidencia de programación como parte de la evaluación sumativa de las asignaturas de Física fueron satisfactorios. Con este tipo de evidencias se contribuye en la

formación del ITI ya que comprende y puede resolver problemas de Física a través de la programación uno de los tres ejes de formación de su carrera. Adicionalmente a los estudiantes les parece interesante realizar en una asignatura de Ciencias Básicas algo relacionado con su carrera, el mejor ejemplo, fue la realización de un simulador de un proceso mecánico como proyecto de Estancia 1.

BIBLIOGRAFÍA

- Flores, S., Chávez, J., Luna, J., González, M. D., González, M. V. y Hernández, A. (2008). El aprendizaje de la Física y Matemáticas en contexto. *Cultura Científica y Tecnológica* - CULCyT, (24). <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/415>
- Méndez, R. (13-15 octubre de 2010). *Las Ciencias Básicas y el aprendizaje en Ingeniería*. Memorias del 4 Foro Nacional de Ciencias Básicas. Ciudad de México. http://dcb.fic.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_04.pdf
- Mujica, R. (2020). Beneficios del aprendizaje sincrónico. *Blog Docentes 2.0*. <https://blog.docentes20.com/2020/09/beneficios-del-aprendizaje-sincronico-docentes-2-0/>
- Nieto, A., López, R., Hernández, I. y León, S. (2021). Herramientas para la impartición de clases de programación en modalidad a distancia. *Revista ANFEI Digital*, 8 (13). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/753/1395>
- Trejo, E., Camarena, P., Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica. *Revista de Docencia Universitaria*, vol. 11 (Número especial), pp. 397-424. <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/5562>