

Implementación de App móvil para la mejora de habilidades de solución de ejercicios de cinemática

EDUCATIO PHYSICORVM



ISSN 1870-9095

Manuel Sandoval Martínez¹, Janette Moreno Sandoval¹, Claudia Morales Barrón¹, Luz Elba Castillo Izquierdo¹, César Mora²

¹Tecnológico Nacional de México. Campus Comalcalco. Carr. Vec. Comalcalco-Paraíso, Km. 3 R/a Occidente 3ra Secc.

²Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología Avanzada Unidad Legaria del IPN. Av. Legaria No. 694, Col. Irrigación, Del. Miguel Hidalgo.

E-mail: manuel.sandoval@comalcalco.tecnm.mx

(Recibido el 7 de enero de 2024, aceptado el 26 de febrero de 2024)

Resumen

Se presentan los resultados del uso de una secuencia didáctica para la enseñanza de temas sobre movimiento rectilíneo uniforme y leyes de Newton empleando la estrategia problem solving strategy (PSS) y el uso de una aplicación móvil (Genphy) para mejorar sus habilidades de solución de ejercicios en cinemática y cinética. Se trabajó con 38 estudiantes de tercer semestre (grupo experimental), de la carrera ingeniería en sistemas computacionales, durante seis semanas en las cuales se explicó con detenimiento la estrategia PSS y el empleo de la App. Para evaluar la capacidad de los estudiantes en la solución de dichos ejercicios, se aplicó una evaluación escrita a todo el grupo de estudio. Los resultados indican que, el grupo que siguió la actual metodología tuvo un índice de aprobación promedio de 65%; mientras que, al comparar con el grupo del año previo (grupo de control con 42 estudiantes) la aprobación fue solo de 45%. Por otro lado, se aplicó una encuesta de satisfacción para medir el nivel de aprobación del uso de App móvil. Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes evalúan de manera *satisfactoria* la implementación de la App en el aula.

Palabras clave: Enseñanza de la física, Celulares en el aula, Aplicación móvil en el aula, Estrategia para resolver problemas.

Abstract

The results of using a didactic sequence for teaching topics on uniform rectilinear motion and Newton's laws are presented, employing the problem-solving strategy (PSS) and the use of a mobile application (GenPhy) to improve their skills in solving exercises in kinematics. We worked with 38 third-semester students (experimental group) for the Computer Systems Engineering program for six weeks during which the PSS strategy and the use of the app were thoroughly explained. To assess the students' ability in solving kinematics exercises, a written assessment was administered to the entire study group. The results indicate that the group following the current methodology had an average pass rate of 65% whereas when compared to the previous year's group (control group with 42 students), the pass rate was only 45%. On the other hand, a satisfaction survey was conducted to measure the level of approval regarding the use of the mobile app. The results show that the majority of students evaluated the implementation of the app in the classroom *satisfactorily*.

Keywords: Teaching physics, Cellphone in classroom, Mobile application, Problem solving strategy.

I. INTRODUCCIÓN

Es innegable que la mayoría de los estudiantes, en los últimos años, poseen un celular "inteligente" con el que pasa la mayor parte de su tiempo. La tecnología que incluyen es tan sorprendente que se pueden utilizar esas ventajas para ser incluidos en el desarrollo de nuestras clases. [1] y [2] señalan que, estos dispositivos pueden ser utilizados (con altas expectativas) en el proceso de enseñanza e inducen a investigar sobre el nivel de habilidades cognitivas desarrolladas en los usuarios. Con el crecimiento de la popularidad de estos dispositivos, la transición del campo de la educación electrónica (e-learning) a la nueva era del

aprendizaje móvil (m-learning), es algo inevitable [3]. En palabras de [4], el término aprendizaje móvil esencialmente se considera como "movilidad de la tecnología". Una muestra de esta realidad se refleja en los resultados proporcionados por [5] y [6], quienes indican que el número de artículos publicados en este ámbito ha crecido muy rápidamente durante los últimos años debido al gran interés que se tiene en este tópico. En el ámbito práctico [7] y [8] promueven ampliamente el uso de celulares en sus clases mediante la campaña "Bring Your Own Device", esto les ha permitido sentar las primeras bases para romper paradigmas impuestos por la enseñanza tradicional, aunque sus investigaciones se han realizado a nivel preparatoria.

Este interés vertiginoso obliga a que la integración del *m-learning* en el proceso educacional se convierte en algo necesario y, como consecuencia, se debe pensar en el entrenamiento adecuado de los profesores en el uso de estas tecnologías [9]. Dichas herramientas, permiten tener un mejor acceso a la información y contenidos generales, de cualquier asignatura o tema, en cualquier lugar y en cualquier momento mejorando la interacción entre estudiantes y profesores [10]. Otro factor que puede contribuir al manejo de estos dispositivos es el uso de aplicaciones educativas, la mayoría de las cuales están disponibles en internet de manera gratuita. En [11] se señala que, la simple inserción de estos aparatos dentro de las aulas no es suficiente para obtener una práctica pedagógica efectiva. La potencialidad no recae en el dispositivo sino en la interactividad con el usuario; en el ámbito educativo la clave es el profesor [12]. La apropiación de esas tecnologías por parte del profesor requiere un amplio conocimiento de especificaciones tecnológicas y de comunicación, las cuales deben combinarse con los conocimientos de metodologías de enseñanza para alcanzar un resultado adecuado en el proceso enseñanza-aprendizaje.

El uso de aplicaciones móviles, cuando se incluyen en las aulas, dan la oportunidad de mejorar ciertas habilidades, tales como leer textos en un ambiente electrónico de manera rápida y efectiva. Las Apps tienden a ser flexibles, lo cual permite a los estudiantes avanzar en su proceso de aprendizaje a su propio ritmo, de esta manera el proceso de aprendizaje se vuelve más productivo [13].

En [14], se realizó un estudio con 64 profesores de ciencias para conocer la opinión que tenía respecto al uso de los celulares en las aulas; todos los profesores estuvieron de acuerdo en que, las integraciones de las aplicaciones móviles en asignaturas de física pueden promover la mejora en la personalidad del estudiante, lo que les permite mejorar su aprendizaje autónomo, desarrollar habilidades investigativas o realizar actividades que involucren realizar mediciones reales. Esto concuerda con las ideas de [15], quienes indican que los teléfonos inteligentes se han convertido en una plataforma de trabajo móvil, en la cual los estudiantes fácilmente pueden estudiar sus materiales didácticos y realizar procesamiento de datos experimentales (aunque de manera limitada) de manera rápida y efectiva. Esto hace que el uso de equipos costosos sea reduzca sobre manera, y se pueda trabajar incluso fuera del laboratorio o las aulas.

Para cerrar con estas ideas y su importancia en las aulas, las investigaciones de [16] y [17] han mostrado que la integración de los teléfonos móviles (principalmente en el desarrollo de experimentos) se pueden implementar de manera muy fácil y no presentan ningún problema en el desarrollo de la didáctica utilizada, por lo que es muy factible incluir este tipo de metodología a nuestras clases de física.

Por otro lado, el desarrollo de la aplicación que se utilizó en este trabajo se basó en la metodología Scrum la cual es una metodología de desarrollo ágil [18] tiene como base la creación de ciclos breves para el desarrollo, que comúnmente se llaman iteraciones (Sprints), los cuales comprenden cuatro fases que definen el ciclo de desarrollo del software como son: concepto, especulación, exploración y cierre [20]. El desarrollo de esta aplicación móvil prevé extender el entorno

de aprendizaje tradicional a un entorno virtual colaborativo que mantendrá a los estudiantes conectados a la App para aprender algunos temas de movimiento rectilíneo acelerado y la segunda ley de Newton, mediante la exploración de una serie de ejercicios; los cuales se han resuelto utilizando la estrategia PSS (Problem Solving Strategy). La aplicación, llamada GenPhy, incluye los siguientes temas: Cinemática, Cinética, Óptica y Termodinámica. No obstante, para el desarrollo de este trabajo solo se hace referencia a su uso con los primeros dos temas.

A1. Problem Solving Strategy

La estrategia que se utilizó para la solución de los ejercicios fue la desarrollada por Van Heuvelen y Etkina [20], llamada problem solving strategy (PSS) la cual se aplica de la siguiente manera:

- Elaborar un diagrama: diseñar un dibujo donde se representa lo que se indica en el enunciado del problema.
- Simplificar: indicar si se desprecian aspectos de fricción, considerar al objeto como partícula puntual, conservación de la energía, entre otros.
- Representación física: se elabora un gráfico con flechas indicando con su tamaño si la velocidad es variable o constante.
- Representación matemática: se indican las expresiones matemáticas útiles para cada ejercicio.
- Resolver y evaluar: se realizan las operaciones algebraicas y aritméticas que dan solución al ejercicio.

Este procedimiento permite al estudiante analizar con detenimiento la forma en la cual se puede resolver un problema y sobre todo tener una guía clara de lo que se debe realizar paso por paso.

II. METODOLOGIA

Se realizó un análisis a dos grupos de estudiantes de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales de tercer semestre (grupo de control y grupo experimental), en el TecNM campus Comalcalco. Se diseñó una secuencia didáctica para la enseñanza de temas de cinemática (movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo acelerado ([21, 22, 23]) y cinética (segunda ley de Newton, [24]) que se aplicó al grupo experimental; la secuencia consistió en aplicar la estrategia PSS, y la implementación de una aplicación móvil, en la que se incluyen diversos ejemplos resueltos de los temas mencionados. Se formaron equipos de cuatro integrantes para resolver los ejercicios utilizando PSS, y después utilizar la aplicación móvil GenPhy (contiene 19 ejercicios de estos dos temas), aquí los estudiantes podían revisar con detalle la solución de tales ejercicios y discutir con sus compañeros los procedimientos que se presentan; esto les permite trabajar de manera colaborativa compartiendo su aprendizaje. El tiempo

otorgado para solucionar los ejercicios fue de 15 min, y se tomaron 5min para realizar retroalimentación. Se trabajó durante seis semanas (5 horas por cada una) con este procedimiento, al finalizar el análisis de las dos unidades se aplicó una encuesta (tipo Likert) de satisfacción con la finalidad de analizar la aceptación de la App por parte de los estudiantes. La unidad relacionada con el movimiento acelerado, se evaluó con un examen escrito y, para leyes de Newton se trabajó con un experimento que consistió en medir la tensión que se produce en un par de hilos que sostienen una masa (en este punto, entregaron un reporte el cual se calificó mediante una lista de cotejo). Se realizó también un comparativo del índice de aprobación (en estos temas exclusivamente) entre el grupo de control y el experimental. Cabe señalar que, el grupo de control trabajó de manera tradicional con un docente del ITSC con más de 10 años de experiencia, durante el año previo. Durante este procedimiento no se tomó en cuenta distinción de género, edad, nivel social o lugar de residencia. Se considera una investigación tipo cualitativa-descriptiva.

hasta que considere que ha comprendido tanto el procedimiento como la solución numérica.

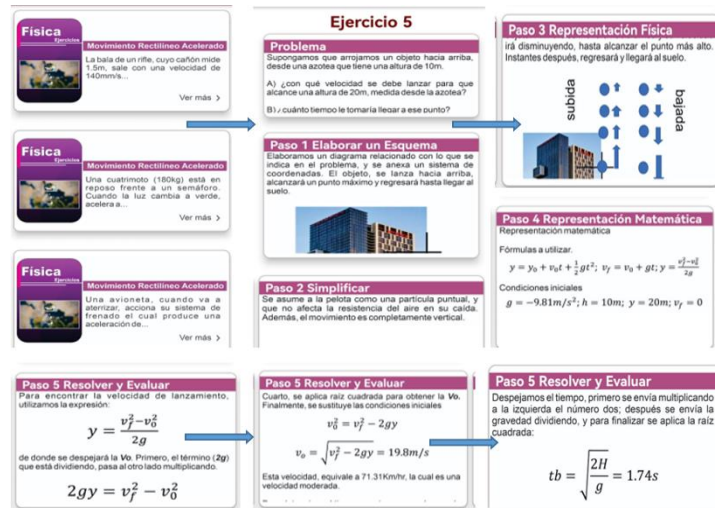


Figura 1. Presentación de ejercicios en GenPhy.

III. ANALISIS DE RESULTADOS

A1. Aplicación GenPhy

La aplicación móvil se puede descargar desde PlayStore (ya que solo está disponible para Android) bajo el nombre GenPhy, incluye cuatro secciones: Cinemática, Cinética, Óptica y Termodinámica. Cada sección contiene diversos ejercicios, tal como se indica en la Tabla I, se excluyen los relacionados con óptica y termodinámica por simplicidad para la tabla.

Tabla I. Contenido de la App.

Temas	Número de ejercicios
<i>Cinemática</i>	
Movimiento rectilíneo uniforme	2
Movimiento rectilíneo acelerado	5
Movimiento parabólico	2
Movimiento circular	2
<i>Cinética</i>	
Suma de vectores	3
Partículas en equilibrio	2
Dinámica de partículas	2
Total	19

La sección Óptica y Termodinámica cuentan con 3 y 4 ejercicios respectivamente los cuales están desarrollados también con la estrategia PSS. Al ingresar a una de tales secciones, se tiene un menú para elegir el ejercicio que se desea analizar, dentro de ellos se puede deslizar sobre las ventanas donde aparece el procedimiento (PSS), ver Figura 1. De esta manera se puede explorar el procedimiento que soluciona el ejercicio y revisarlo las veces que sea necesario

Al ingresar al ejercicio seleccionado aparecerá una pantalla mostrando el texto del problema, seguido del procedimiento PSS para resolver dicho ejercicio y se detalla paso a paso cómo se realizan los despejes matemáticos, así como la sustitución de las condiciones iniciales en las ecuaciones a utilizar; en cada paso se muestran los resultados numéricos. Este diseño lo presentan el resto de las secciones que se incluyeron. En la aplicación se incluyen cinco videos que apoyan para mejorar la comprensión conceptual de los temas descritos.

Durante el desarrollo de las clases, se formaron equipos de cuatro estudiantes quienes trabajaban de manera colaborativa para comprender el procedimiento y la forma de resolver el problema planteado. Después de 15 minutos, el ejercicio se resolvía en el pizarrón a modo de retroalimentación y para atender algunas dudas que tuvieran los estudiantes. Después de una semana de trabajar de esta forma, se planteaba otro ejercicio, pero los estudiantes tenían que resolverlo sin acceder a la App, y al finalizar su análisis podían verificar sus resultados con la Aplicación. De igual manera, la App está disponible para los estudiantes durante todo el día de tal forma que con ella podían repasar fuera del aula los ejercicios analizados en clases. Las dos unidades que se evaluaron con esta secuencia didáctica fueron, movimiento rectilíneo acelerado y leyes de Newton. En la Tabla II, se muestra la comparación entre los índices de aprobación del grupo de control y el experimental.

Tabla II. Índice de aprobación entre los grupos de estudio.

Año	Control		Experimental	
	M.R.A	Newton	M.R.A	Newton
Índice de aprobación	40%	35%	60%	65%

Se puede observar que, hay un aumento considerable en el índice de aprobación en el grupo experimental comparado con el grupo de control (en otras palabras, se logró disminuir el índice de reprobación). En el caso del movimiento rectilíneo acelerado, el aumento fue de 20% y, para leyes de Newton es de 30%. Cabe señalar que la forma de evaluar a ambos grupos de estudiantes fue muy semejante (soluciones de ejercicios y experimento sobre tensiones). Estos resultados son un buen indicio para señalar que el uso de la aplicación móvil y el método PSS han sido de mucha utilidad para los estudiantes en su comprensión de los temas estudiados y en la solución de los ejercicios que se plantearon. Algo remarcable es que, el tema relacionado con las leyes de Newton históricamente ha sido muy difícil para los estudiantes (alto índice de reprobación) de años previos, sin embargo, con esta metodología los estudiantes pudieron tener un mejor desempeño y se redujo considerablemente el índice de reprobación. Cabe señalar que el tema de movimiento rectilíneo acelerado se evaluó con un examen escrito y, leyes de Newton con un reporte de experimento para calcular tensiones en un hilo (Ver Anexo 1).

A2. Encuesta de satisfacción

Se aplicó encuesta (Ver Anexo 2) para conocer el grado de utilidad de GenPhy en las clases de física, donde los estudiantes eligen una opción de acuerdo a la siguiente escala:

Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En Desacuerdo	Muy en desacuerdo
----------------	------------	---------	---------------	-------------------

Para el análisis de los resultados, la escala mencionada se convirtió a numérica, siendo Muy de acuerdo= 5 y, de manera decreciente hasta Muy en desacuerdo=1. La encuesta tiene 10 enunciados de este tipo y, tres preguntas abiertas. El puntaje mínimo que se puede obtener es 10 y el máximo 50; el promedio obtenido de la encuesta fue 42. De igual forma se definieron los quintiles como sigue

Tabla III. Quintiles para la encuesta.

Quintil	Clase	Interpretación
Q1	10 - 18	Muy insatisfecho
Q2	19 - 26	Insatisfecho
Q3	27 - 34	Neutral
Q4	35 - 42	Satisfecho
Q5	43 - 50	Muy satisfecho

Después de analizar los datos, se encontró que el nivel de satisfacción de los estudiantes cae en el quintil **Q4** (intervalo 35-42), esto indica que los estudiantes están satisfechos con el uso de la aplicación GenPhy dentro de las clases. Se debe observar también que el promedio obtenido se encuentra en la frontera de Q4 y Q5 (lo que es una muy buena referencia en el uso de la App). Este resultado nos motiva a seguir trabajando con esta metodología de enseñanza del

movimiento rectilíneo acelerado y las leyes de Newton con futuras generaciones.

Preguntas abiertas de la encuesta de satisfacción

Pregunta 1. ¿Qué es lo que más te gustó de la App?

Las respuestas las podemos distribuir en cuatro categorías, de acuerdo a la Tabla IV. La mayoría de los estudiantes manifiestan estar a gusto con la facilidad en su manejo y que las explicaciones dadas a detalle han sido de gran utilidad para ellos. El diseño de la App también ha sido bien evaluado. La categoría, *contenido*, presenta un porcentaje bajo ya que, como se verá en seguida, los estudiantes solicitan un mayor número de ejercicios resueltos en la App.

Tabla IV. Resultados Pregunta 1.

Categoría	Porcentaje
Explica a detalle	30%
Fácil de usar	30%
Diseño	26%
Contenido	14%

Pregunta 2. ¿Qué es lo que no te gustó de la App?

De manera semejante, las podemos distribuir en cuatro categorías, de acuerdo a la Tabla V. La mayoría de los estudiantes señala que todo en la App está bien (esto a pesar de identificar algunos errores de tipografía en dos de los ejercicios, solo el 10% hace referencia a ello). Algo que recalcaron mucho en las clases es la dificultad de utilizar internet dentro de la institución para trabajar con la App, ya que al tener una baja intensidad en la señal alentaba el manejo de la aplicación y tenían que esperar a que cargaran las imágenes para su revisión, no obstante, este es un obstáculo de infraestructura más no así de la aplicación. Otro porcentaje de estudiantes señalaron que es necesario incrementar el número de ejemplos resueltos dentro de dicha aplicación; en la actualidad se está trabajado en aumentar la cantidad de ejercicios resueltos para ser incluidas en lo que será la versión 2 de nuestra aplicación.

Tabla V. Resultados Pregunta 2.

Categoría	Porcentaje
Errores	10%
Uso de internet	20%
Pocos ejemplos	17%
Todo bien	53%

Para finalizar, ¿Qué te gustaría que se incluyera en la App? Las respuestas a esta pregunta, se centran principalmente en señalar el uso de la App sin uso de internet (ya que dentro de la institución se complicaba su manejo por la lentitud de la señal), corregir los errores que se encontraron e incluir algunos videos. En este último caso, la App cuenta con cinco videos de apoyo para comprender mejor la parte conceptual, pero al parecer no los identificaron dentro de la aplicación.

V. CONCLUSIÓN

La inclusión de los teléfonos inteligentes en las aulas, en los últimos años, ha crecido de manera considerable ya que puede ser una herramienta muy útil en el proceso enseñanza-aprendizaje. Si se considera su uso de manera sistemática podrá ayudar a los estudiantes a mejorar sus capacidades de análisis para la resolución de problemas. En este trabajo, el diseño de una secuencia didáctica en la cual se incluye el uso de una aplicación móvil, ha permitido aumentar el índice de aprobación en los temas de movimiento rectilíneo acelerado (60%) y leyes de Newton (65%) comparado con el grupo de control (40% y 35% respectivamente). De acuerdo a los resultados de la encuesta de satisfacción los estudiantes manifestaron que, la estrategia PSS desarrollada con detenimiento en la App ha sido de mucha utilidad para que ellos aprendieran a resolver problemas de ese tipo de una manera más clara y certera. De igual manera, el trabajar en equipos durante las clases le permitió mejorar la comprensión de los procedimientos que comúnmente se les complicaban. En términos generales, los estudiantes indicaron que el nivel de satisfacción con el uso de la App es *Satisfecho*, obteniendo un valor promedio numérico de 42, correspondiendo al quintil Q4. Estos resultados nos indican que el uso de la aplicación móvil ha dado buenos resultados en la mejora de la solución de ejercicios de cinemática y cinética.

REFERENCIAS

- [1] Chirino, J. Noguez, N. Robledo-Rella, L. Aguilar, G. Students' Perception about the Use of Mobile Devices in Self-Managed Learning Activities and Learning Gains Related to Mobile Learning Resources, In: Zennaro, M. & Canessa, E. (eds.), *Mobile Science, Italia*, (Creative Commons, 2010).
- [2] Embi, M., Nordin, N., *Mobile Learning: Malaysian Initiatives & Research Findings*, (Centre For Academic Advancement, University Kebangsaan Malaysia & Department of Higher Education, Ministry of Higher Education, Malaysia, 2013).
- [3] Kukulska-Hulme, A., & Traxler, J., *Mobile Learning. A handbook for educators and trainers*, (Routledge, London, 2005).
- [4] Moura, A. M. C., *Apropriação do Telemóvel como Ferramenta de Mediação em Mobile Learning: Estudos de Caso em Contexto Educativo*. Tese de Doutorado em Ciências da Educação – Especialidade de Tecnologia Educativa. Universidade do Minho, Braga, Portugal, (2010).
- [5] Hwang, G. J. Tsai, C. C., *Research trends in mobile and ubiquitous learning: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010*, *British Journal of Educational Technology* **42**, 65-70 (2011).
- [6] Crompton, H., Burke, D., Gregory, K. H. & Gräbe, S., *The Use of Mobile Learning in Science: A Systematic Review*, *Journal of Science Education and Technology* **25**, 149–160 (2016).
- [7] Buongiorno, D. Longo, A. Michelini, M. Ricci, D., Santi, L. Pagotto, S., App in Sound Measure to gain a school-work experience". In: 21ST International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning (MPTL 2017), *Journal of Physics: Conference Series* **1223**, (2017).
- [8] Hammond, E. and Assefa, M., *Cell phones in the classroom*, *Physics Teacher* **45**, 312 (2007).
- [9] Menon, D., Chandrasekhar, M., Kosztin, D., Steinhoff, D. C., Impact of mobile technology-based physics curriculum on preservice elementary teachers' technology selfefficacy. *Science education* **104**, 252-289 (2019).
- [10] Pina, F., Kurtz, R., Ferreira, J. B., Freitas, A., Silva, J. F., & Giovaninni, C. J., Adoção do M-Learning no ensino superior: o ponto de vista dos professores. *Revista Eletrônica de Administração* **22**, 279-306 (2016).
- [11] Olivera, J. P. Pzsybylzkzy, R. F. Sousa, M. Kalinke, M. A., *An Outlook at the Educational Mobile Apps to the Physics Subjects Available In the Android Operating System*, *Acta Scientiae, Canoas* **21**, 91-111 (2018).
- [12] Almeida, M. Silva, M., *Currículo, tecnologia e cultura digital: Espaços e tempos de Web Currículo*, *Revista e-curriculum* **7**, 1-19 (2011).
- [13] Hoy, A., *Educational psychology, Woolfolk*. (10th edition, Pearson/Allyn and Bacon, Boston 2007), pp. 530–531.
- [14] Juskaite, L., Dzelzkaleja, L., Ipatovs, A. and Kapenieks, A., *Mobile Apps for Teaching Physics: Situation in Latvia*, *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education* **2**, 438-444 (2020).
- [15] Oprea, M., Miron, C., *Mobile phones in the modern teaching of physics*, *Romanian Report en Physics* **66**, 236-252 (2014).
- [16] Tsouskos, S., Lazos, P., Tzamalís, P., Kateris, A., Valenzast, A., *How Effectively Can Students' Personal Smartphones be Used as Tools in Physics Labs?* *International Journal of Interactive Mobile Technologies* **15**, 55-71 (2021).
- [17] Colt, M., Radu, C., Toma, O., Miron, C., Antohe, V., *Integrating Smart phone and hand-On activities to real experiments in physics*, *Romanian Report in Physic* **72**, 1-12 (2020).
- [18] Martel, A., *Practical Project Management with Scrum*. (Smashwords Edition, USA, 2014).
- [19] Trigas Gallego, M., IT project management. Scrum methodology, (2021). On line: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>
- [20] Van Heuvelen, A., Etkina, E., *Physics Active Learning Guide*, (Pearson, USA, 2005).
- [21] Arrascue, L., *Física, mecánica. Nivelación para estudiantes universitarios*, (Ediciones de la U., USA, 2015).
- [22] Serway, R., Jewit, J., *Introducción a la física. Mecánica clásica*, (Cengage Learning, USA, 2022).
- [23] Ohanian, H., Markert, J., *Física para ingeniería y ciencias*, McGraw Hill, NY, (2009).
- [24] Beer, F., Jhonston, E., Mazurek, D., Eisemberg, E., *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática*, (McGraw Hill, USA, 2017).

Anexos

Anexo 1. Experimento para medir la tensión en un hilo usando leyes de Newton

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS Y INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
Sistema Nacional de Evaluación

Correlación con el o los temas y subtemas del programa de estudios

Tema 1: Estática

Subtemas:

- 1.1 Conceptos básicos y aplicaciones
- 1.2 Resultante de fuerzas coplanarias
- 1.3 Componentes rectangulares de una fuerza
- 1.4 Condiciones de equilibrio, primera Ley de Newton

Materiales y Equipo

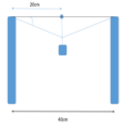
2	Varitas de madera (limpas) de 40-50cm de largo y 2cm de grosor
100 cm	Hilo
300 gr	Arena contenida en una bolsa de plástico
1	Gancho en forma de S
1	Regla de 30cm (o flexómetro)
1	Marcador o plumnón
1	Balanza de laboratorio
1	Calculadora

Metodología

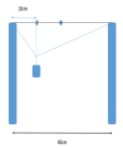
1. Formar equipos de 4 integrantes
2. Identifique un área plana para realizar el experimento de manera adecuada
3. Coloque las varas de madera de manera vertical a una distancia de 40cm entre ellas. Sujete las bases y asegúrese que permanezcan fijas.
4. En la parte superior de las varas, amare el hilo y colóquelo de manera horizontal cuidando que permanezca tenso (observe la Figura de abajo)
5. Coloque la bolsa con arena a la mitad de la distancia que hay entre las varas de madera.

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS Y INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
Sistema Nacional de Evaluación



6. Coloque otro tramo del hilo de manera horizontal, como al inicio.
7. Mida la distancia que se hundió la bolsa de arena, con respecto a la línea horizontal.
8. Utilice la función trigonométrica tangente para encontrar el ángulo que se forma con respecto a la horizontal.
9. Quite la bolsa de arena, y ahora colóquela a 10cm de distancia con respecto a la vara de la izquierda.



10. Observe y mida la distancia que se hundió la bolsa de arena.
11. Procure a calcular el ángulo que se forma con respecto a la horizontal.
12. Quite la bolsa de arena y ahora colóquela a 10cm de distancia con respecto a la vara de la derecha.
13. Mida la distancia que se hundió la bolsa de arena y calcule el ángulo que se forma con respecto a la horizontal.

Anexo 2

Enunciados de la encuesta de satisfacción

Encuesta de satisfacción
1. Estoy satisfecho con el uso de GenPhy, en mis clases de física
2. No tuve problemas con la descarga de la GenPhy
3. La aplicación me facilitó aprender a resolver problemas de física
4. La metodología de solución de problemas me ayudó a comprender mejor los problemas a resolver
5. El uso de la App me ayudó a pasar las unidades donde la empleamos
6. La navegación dentro de la App es muy sencilla
7. Encontré pocos errores en los ejercicios de la App
8. El número de ejercicios que trae la App me parecen adecuados
9. Recomendaría el uso de la App a mis amigos para que se apoyen en sus clases de física
10. El diseño de las ventanas en Genphy, es muy bueno
11. ¿Qué fue lo que más te gustó de la App?
12. ¿Qué fue lo que no te gustó de la App?
13. ¿Qué te gustaría que se incluyera en la App?