

Adaptación del modelo de Felder-Silverman para la enseñanza de las leyes de Newton



Manuel Sandoval Martínez¹, César Mora²

¹*Tecnológico Nacional de México. Campus Comalcalco. Carr. Vec.*

Comalcalco-Paraíso, Km. 3 R/a Occidente 3ra Secc. Tabasco.

²*Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología Avanzada Unidad Legaria del IPN. Av. Legaria 694, Col. Irrigación, Del. Miguel Hidalgo, CDMX.*

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

(Recibido el 2 de septiembre de 2024; aceptado el 15 de noviembre de 2024)

Resumen

Se presentan los resultados de la aplicación de una secuencia didáctica a un grupo de estudiantes de tercer semestre de la carrera ingeniería logística en el Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco. La secuencia está basada en los estilos de aprendizaje de la teoría de Felder-Silverman. El grupo presenta un nivel alto de preferencias de tipo Activo, Sensorial, Visual y Secuencial. Para su desarrollo, se emplearon 3 horas de explicación teórica y solución de ejercicios sobre la segunda ley de Newton (Intuitivos y Reflexivos), 2hrs para el análisis de fuerzas en el simulador Phet (Activos y Visuales) y, 3hrs para la realización del experimento (Activos y Sensoriales). Los resultados indican que, los equipos que realizaron un análisis adecuado de las fuerzas aplicadas a un objeto (simulador) obtuvieron resultados semejantes en la fase experimental. El 66% de los estudiantes alcanzaron un nivel de conceptualización de Bueno-Excelente, y el 44% obtuvo un nivel Bajo. Se concluye que, el conocer los estilos de aprendizaje permite diseñar secuencias didácticas más efectivas y más adecuadas para la comprensión de un tema determinado. Una buena interpretación conceptual, conlleva una buena comprensión experimental.

Palabras clave: Estilos de aprendizaje, Segunda ley de Newton, Secuencia didáctica, Estudiantes universitarios, Simuladores Phet.

Abstract

The results of applying a didactic sequence to a group of third-semester students in the logistics engineering program at the Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco are presented. The sequence is based on the learning styles theory of Felder-Silverman. The group shows a high level of preference for Active, Sensing, Visual, and Sequential learning styles. For its development, 3 hours were used for theoretical explanation and problem solving related to Newton's second law (Intuitive and Reflective), 2 hours for force analysis in the simulator Phet (Active and Visual), and 3 hours for conducting the experiment (Active and Sensing). The results indicate those whose performed an adequate analysis of the forces applied to an object (simulator) achieved similar outcomes in the experimental phase. We found that, 66% of the students reached a conceptualization level of Good-Excellent, while 44% attained a Low level. The conclusion is that understanding-learning styles allows for the design of more effective and suitable didactic sequences for comprehending a specific topic. A solid conceptual interpretation leads to a strong experimental understanding.

Keywords: Learning styles, Newton's second law, Didactic sequence, University students, PhET simulators.

I. INTRODUCCIÓN

Las teorías de los estilos de aprendizaje hacen referencia a las diferentes formas en las cuales las personas prefieren (o se les facilita) recibir y procesar la información que perciben [1, 2]. Se pueden clasificar según diversos criterios y enfoques cognitivos. Con ello se busca identificar cómo los individuos se sienten más cómodos al aprender y adaptarse a su estilo preferido de asimilación; tales estilos se obtienen vía aplicación de un cuestionario. Una vez identificados, se estima que los aprendices pueden mejorar sus logros académicos si se les enseña y/o estudian por medio de su estilo preferido [3]. Este tipo de información puede utilizarse para realizar planeaciones didácticas que tiendan a mejorar la relación estudiante-

profesor [4]. En [5] se menciona que los estilos de aprendizaje son un conjunto de características de tipo emocional, cognitivas y fisiológicas que tienen la función de identificar cómo los estudiantes interactúan y responden a su ambiente de aprendizaje; en este sentido, cuando las clases impartidas no encajan con los estilos de los estudiantes, la efectividad se ve reducida. Algunos investigadores [6] señalan que cerca del 90% de los profesores tienen la creencia de que relacionar sus métodos de enseñanza con los estilos de aprendizaje produce una mejora considerable en sus aulas. Existen reportes [6] en los que se señala que, el proceso enseñanza-aprendizaje basado en la identificación de estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios promueve una educación sustentable, holística e individualizada. Estos puntos de

vista concuerdan con el hecho que, el medio en el que se desenvuelven los estudiantes en la vida diaria está, directa o indirectamente, relacionado con lo que sabe o puede aprender [7]; ya que por medio de los estilos de aprendizaje se mejora el ambiente educativo.

Por otro lado, una de las teorías con mayor aceptación sobre los estilos de aprendizaje es la de Felder-Silverman, la cual se destaca por la facilidad de adaptarse a las diferentes preferencias de aprendizaje de los propios estudiantes [8]. Esta teoría señala que las personas tienen cuatro dimensiones principales: Activo-Reflexivo, Sensorial-Intuitivo, Visual-Verbal, Secuencial-Global. La teoría sugiere que no hay preferencias de un estilo sobre otro, es decir se da de manera natural y permite entender cómo las personas prefieren o mejoran su aprendizaje y, cada uno tiene su propio estilo con el cual trabajan mejor. De acuerdo con [9] y [10] los individuos predominantemente Activos, aprenden en general por medio de experimentación y comprenden la información más eficientemente discutiendo y aplicando conceptos; por otro lado, los Reflexivos necesitan de un tiempo para pensar y reflexionar sobre la información recibida. Aquellos con predominio Sensorial generalmente prefieren tratar con situaciones concretas y experimentos; los de predominancia Intuitiva son innovadores y gustan más de las abstracciones, conceptos y teorías; los individuos con preferencia Visual aprenden más fácilmente con demostraciones, diagramas, figuras, mapas y películas. Por otro lado, los Verbales prefieren sonidos, palabras o podcast. Las personas Secuenciales aprenden más fácilmente cuando la información se presenta de manera continua, paso a paso; sin embargo, las personas con estilo Global tienden a ser multidisciplinarios, aprenden a grandes saltos y lidian con contenidos aleatorios.

Se han realizado diversos estudios sobre el empleo de los estilos de aprendizaje de Felder-Silverman en nivel universitario, por ejemplo [11] señala que la mayoría de los estudiantes tienden a ser Activos, Sensitivos, Visuales y secuenciales. Específicamente, en estudiantes de ingeniería mecánica, [12] encontró que la mayoría de sus estudiantes tienen preferencias de aprendizaje en la dimensión Activo-Reflexivo, seguido de la dimensión Visual-Verbal. De manera semejante, [13] encontró que estudiantes de carreras como Biología, Ambiental, Forestal y Alimentaria presentaron estilos Activo, Reflexivo, Sensorial y Secuencial, concluyendo que no había diferencias significativas en los estilos de aprendizaje respecto a las carreras de estudio. Otros autores señalan que, instrucciones didácticas que integren acciones enfocadas a los estilos del grupo de estudio provocan un aprendizaje exitoso [14]. En [15], se señala que, estudiantes de la carrera Tecnología en Análisis de Sistemas, manifiestan tener estilos de aprendizaje tipo Activo-Visual y Secuencial-Intuitivo; estos resultados les permitieron realizar un proceso de acompañamiento y refuerzo pedagógico efectivo a dichos estudiantes. En este sentido, [16] recalca la necesidad de detectar los estilos de aprendizaje en estudiantes de nivel superior para mejorar la labor de enseñanza, su eficacia, organización y planificación de sus clases.

Por otro lado, algunas investigaciones [17] recalcan que, para muchos estudiantes la física es una de las asignaturas más difíciles de entender, argumentando que “tienen que pensar a profundidad”, o “las ecuaciones no tienen ningún sentido para mí”; en esta línea concluye que a pesar de una educación formal (incluso en países desarrollados) hay estudiantes que son incapaces de describir e identificar las fuerzas involucradas en una situación física. En trabajos similares [18] se ha revelado que, estudiantes universitarios tienen dificultades para aplicar de manera práctica conceptos fundamentales como movimiento circular, fuerzas centrales, entre otras. En [19] se menciona que, en el proceso enseñanza aprendizaje, involucrar trabajos prácticos, simulaciones y retroalimentación en momentos claves permiten mejorar el aprendizaje de los temas mencionados. La experiencia de la vida real, con la que cuentan los estudiantes, es útil para elaborar la secuencia didáctica de aprendizaje; [20] señala que con una propuesta como la mencionada los estudiantes construyen conocimientos más coherentes (específicamente en la comprensión de las leyes de Newton), reduciendo los errores conceptuales. En [20] se puntualiza que los conceptos de movimiento acelerado, leyes de Newton, electricidad, entre otros, mejoran notablemente si se sigue una metodología activa como la basada en proyectos, ya que proporciona un ambiente de aprendizaje más flexible. El enfrenar a los estudiantes a un ambiente de aprendizaje experimental le ayuda a tener una mejor visión de los que se hacen en la vida real los científicos, lo que promueve un aprendizaje más profundo del tema que se esté analizando [22].

II. METODOLOGIA

Se trabajó con un grupo de estudiantes de la carrera ingeniería Logística de tercer semestre, en el TecNM Campus Comalcalco. La población fue de 36 estudiantes, 17 mujeres y 19 hombres, con edades entre 18 y 22 años. Para la ejecución de las actividades planeadas se formaron equipos de cuatro integrantes, en lo cual se permitió que ellos eligieran a sus compañeros de trabajo; como consecuencia se formaron 9 equipos de trabajo. Se aplicó el cuestionario de Felder-Silverman para identificar los estilos de aprendizaje de cada estudiante. Una vez clasificado los canales de aprendizaje preferidos, se diseñó una secuencia didáctica que atendiera tales necesidades; el tema estudiado fue la segunda ley de Newton aplicada a un plano inclinado. Para trabajar esa sección, se inició con un simulador Phet en el cual los estudiantes (formados en equipos) analizaron el movimiento de un carrito sometido a diferentes fuerzas aplicadas sobre él. Se incluyen casos con fuerzas del mismo tamaño aplicadas en direcciones opuestas, fuerzas con diferentes magnitudes aplicadas en direcciones opuestas y fuerzas en desequilibrio en una dirección en particular. Posteriormente, y después de realizar el análisis teórico de la segunda ley de Newton sobre un plano inclinado, los estudiantes se enfrentaron a una sección experimental en la cual tenían que calcular la fuerza que se requiere para

deslizar una caja sobre una rampa de madera y, sus cálculos se deberían comprobar experimentalmente utilizando un sensor de fuerzas. Los resultados que entregaron los estudiantes se evaluaron por medio de una rúbrica de cuatro niveles: deficiente, bajo, bueno, excelente. Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los datos obtenidos del cuestionario y de los cálculos realizados en el experimento antes mencionado.

III. ANALISIS DE RESULTADOS

A. Cuestionario Felder-Silverman

Por medio del cuestionario de Felder-Silverman, se encontraron los estilos de aprendizaje, de los cuales se presenta una muestra en la Tabla I. Se observa que el grupo es predominantemente Activo (85%), Sensorial (88%), Visual () y Secuencial (); los datos completos se encuentran en el Anexo 4.

Tabla I. Identificación de estilos de aprendizaje, grupo Logística.

Activo-Reflexivo	Nivel	Sensorial-Intuitivo	Nivel
Activo	Alto	Sensorial	Alto
Reflexivo	Moderado	Sensorial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto

Estos resultados indican que los estudiantes tienen un nivel alto de preferencias para estudiar con efectividad a través de simuladores, experimentos y análisis de gráficos; se hace mención también que es un grupo que requiere explicaciones tanto teóricas como prácticas de manera secuencial, es decir paso a paso.

Con base a estos resultados, se diseñó y se aplicó la secuencia didáctica que a continuación se detalla. Para su desarrollo, se necesitaron 3 horas de explicación teórica y solución de ejercicios sobre la segunda ley de Newton (Intuitivos y Reflexivos), 2hrs para análisis de fuerzas en el simulador (Activos y Visuales) y, 3hrs para la realización del experimento (Activos y Sensoriales).

En primer lugar, se utilizó el simulador llamado Fuerza y Movimiento, de la Universidad de Colorado [23], para ello se diseñó una actividad enfocada al análisis de fuerzas aplicadas sobre un objeto (Ver Anexo 1) en diferentes contextos. Esta actividad permite a los estudiantes comprender el efecto de las fuerzas en equilibrio y desequilibrio; de aquí se puede observar cuándo se puede mover a velocidad constante (o permanecer en reposo) y cuándo estaría acelerado. Se desprenden cuatro casos, los cuales son:

- Caso 1. Dos fuerzas del mismo tamaño, pero direcciones contrarias (estado de reposo).
- Caso 2. Acción de una fuerza en desequilibrio ($\sum \vec{F} > 0$).
- Caso 3. Acción de dos fuerzas, primero una fuerza total mayor a cero y, después de un tiempo se aplica una fuerza en dirección contraria, pero del mismo tamaño (estado movimiento rectilíneo uniforme).
- Caso 4. Acción de tres fuerzas. Primero, una fuerza total mayor a cero, después una fuerza del mismo tamaño en dirección contraria, segundos después se coloca una fuerza mayor hacia la izquierda (movimiento acelerado con cambio de dirección).

B. Análisis teórico y experimental de la segunda ley de Newton

El análisis teórico inició con la segunda ley de Newton [24], en la cual se recalcan las condiciones de equilibrio y desequilibrio para describir el movimiento de un objeto (Figura 1). A partir de aquí, se deducen la primera y tercera ley de Newton y se hace énfasis en los cuatro casos que se estudiaron con el simulador: estado de reposo, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento acelerado en una dirección y movimiento acelerado con cambio de dirección.

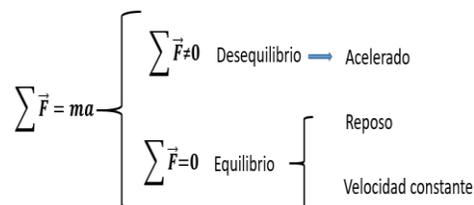


Figura 1. Condiciones para las leyes de Newton.

Finalizada la parte teórica y el análisis del simulador, se procedió a trabajar con la fase experimental (Anexo 2). En esta sección se les solicitó a los estudiantes analizar el movimiento de una caja sobre una rampa inclinada; específicamente calcular mediante la segunda ley de Newton la fuerza necesaria para desplazarlo hacia arriba sobre la rampa y, posteriormente se ejecutaría el experimento empleando un sensor de fuerzas [25]. Con el sensor se podía medir la fuerza que se requiere cuando la inclinación va en aumento (10°, 20°, 30°, 45°) y, a partir de estos datos comparaban sus resultados experimentales y los teóricos. De esta sección, se derivan dos aspectos importantes: primero, la parte teórica les causó muchos problemas, de hecho ningún equipo pudo completar el análisis y los cálculos de la fuerza (la Tabla 1 indica que hay muy pocos Reflexivos e Intuitivos), la participación por equipos fue muy baja en cuatro equipos (es decir, solo dos integrantes trabajaban en el caso); y segundo, al momento de llevar a cabo el experimento a todos les llamó la atención

el uso del sensor de fuerzas, por lo que, todos los integrantes de cada equipo estaban al pendiente de su ejecución, anotando los valores obtenidos por el sensor y, en general trataban de apoyar en el desarrollo del mismo; la Tabla I confirma este hecho ya que la mayor parte del grupo es Activo y Sensorial, lo que implica una alta preferencia por los experimentos.

C. Fase de evaluación

La fase de evaluación tanto del reporte del simulador como del análisis experimental, se realizó empleando una lista de cotejo (Simulador) y una rúbrica (Experimento), ver Anexo 3. Por medio de ellas se encontró lo siguiente: la ponderación tanto para el reporte del simulador como del experimento fue de 40 puntos. Con respecto al simulador, solo 2 equipos obtuvieron 35 puntos; 3 equipos alcanzaron 30 puntos, y 4 equipos con 25. El análisis de la fase experimental genera la Tabla II. Se puede observar que 5 equipos tienen un buen desempeño y sólo uno alcanza el nivel Excelente; en estos casos se hace mención del buen desempeño de los estudiantes como equipo de trabajo. Por otro lado, 3 equipos obtuvieron nivel Bajo, es decir tanto el desarrollo teórico como el experimental estuvo mal ejecutado, es decir, en el caso experimental, los valores obtenidos no mostraban una secuencia adecuada. Por otro lado, 5 equipos alcanzaron el nivel Bueno, es decir tuvieron un desempeño regular en la parte teórica, pero un desempeño muy bueno en la toma y comprensión de datos en la fase experimental. Se debe mencionar que, si bien estos resultados son alentadores, son una clara evidencia de las múltiples áreas de oportunidades que se tienen que solventar, por ejemplo, muchos estudiantes tienen serios problemas en el manejo de fórmulas matemáticas y aplicaciones de las leyes físicas; en la parte teórica son pocos los que participan, sin embargo, en la parte experimental la mayoría quiere ser partícipe del evento y es esta área la que se debe explotar en beneficio de su aprendizaje.

Tabla II. Nivel de conceptualización por equipos.

Nivel	Número de equipos
Deficiente	0
Bajo	3
Bueno	5
Excelente	1

Los resultados del análisis del simulador y la Tabla II, muestran una clara relación entre ellos, ya que 4 equipos tuvieron la mitad del puntaje total en el simulador y, ocurrió algo semejante en la fase experimental, es decir al no comprender de manera adecuada la parte conceptual, no pueden relacionarla con el formulismo matemático; en contra parte, los que elaboraron un buen análisis con el simulador obtuvieron resultados similares en la fase experimental; es decir una buena comprensión conceptual ayuda al enfoque experimental. Estos últimos pudieron observar de manera directa que, al elevar el ángulo se

requiere más fuerza; sin embargo, los estudiantes con nivel Bajo, no pudieron obtener esa relación ya que los valores de fuerza que habían encontrado, primero aumentaba de valor, pero después tenía un ligero descenso, es decir al no tener una secuencia correcta de los valores se pierde el análisis lógico de los datos. En términos generales, sólo el 11% aprovechó al máximo la actividad planteada, el 55% tiene un buen desempeño en ambas partes (teórica y práctica) y el 34% tiene un mal desempeño, al no realizar un análisis adecuado con el simulador y la fase experimental. No obstante, el hecho que el 66% del grupo presente un buen resultado es una muestra de que la estrategia tiene un gran potencial para desarrollar habilidades de trabajo en equipo, análisis y síntesis de resultados. Como consecuencia, el conocer los estilos de aprendizaje permite diseñar secuencias didácticas más efectivas y con mayor motivación para los jóvenes, en particular el grupo de estudio revela un nivel alto de preferencias por las actividades y desarrollos prácticos, sobre la teoría.

IV. CONCLUSIÓN

El cuestionario de Felder-Silverman ha revelado que el grupo de estudio presenta un nivel alto en preferencias de aprendizaje de tipo: Activo, Sensorial, Visual y Secuencial. Esto permitió diseñar una secuencia didáctica que incluyera el análisis conceptual de las leyes de Newton, explicación y solución de ejercicios empleando la segunda ley de Newton y, ejecución experimental del estudio de un objeto que se desliza hacia arriba sobre un plano inclinado; las actividades anteriores están enfocadas explícitamente sobre los dominios de aprendizaje proporcionados en la Tabla 1. Durante el desarrollo de la secuencia preparada se encontró que, 44% de los estudiantes no tuvieron un buen desempeño en el análisis del simulador y eso complicó su análisis teórico-práctico del problema planteado, de hecho, el trabajo en equipo no se realizó de manera adecuada y, como consecuencia el análisis de la información obtenida en la fase experimental, presentaron desviaciones considerables; el nivel de aprovechamiento que alcanzaron fue Bajo. Por otra parte, aquellos equipos que realizaron un análisis adecuado mediante el simulador, obtuvieron un nivel de Bueno-Excelente en la fase experimental. El trabajo en equipo fue importante para atender lo solicitado en las dos secciones (simulador y experimento), la participación de los integrantes fue más que aceptable. Estos resultados, son una muestra de la gran utilidad de la teoría de Felder-Silverman para conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes ya que, por medio de ello la secuencia didáctica diseñada facilitó la comprensión y uso de las leyes de Newton cuando se aplican diversas fuerzas a un objeto. Se considera que, para tener un mayor rendimiento en el uso de esta secuencia se debe poner mucha atención en el trabajo en equipo para que al ejecutar tanto la parte de simulación como la teórica-práctica se asegure una participación activa de todos los integrantes y así garantizar una buena comprensión del tema que se esté estudiando.

REFERENCIAS

- [1] Soot, A. S., *Learning style: an overview*, Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology, 66-71 (2021).
- [2] Wang, R. L., *Task complexity and learning styles in situated virtual learning environments for construction higher education*, Automation in Construction, 113-120 (2020).
- [3] Newton, P. N. L., *The Learning Styles Neuromyth Is still thriving in medical education*, Frontier in human neuroscience, 1-5 (2021).
- [4] Asunción, M. V., *Uma revisão de literatura sobre estilos de aprendizagem em cursos técnicos, de graduação e especialização e sobre os impactos da educação a distância emergencial*, Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, 1-8 (2020).
- [5] Hidayat, N. A., *Naïve Bayes for Detecting Student's Learning Style Using Felder-Silverman Index*, JUITA: Jurnal Informatika, 181-190 (2021).
- [6] Maya, J. L.-P. *The Relationship between Learning Styles and Academic Performance: Consistency among Multiple Assessment Methods in Psychology and Education Students*, Sustainability, 1-18 (2021).
- [7] Olanipekun, T. E., *Learning Styles of Internal Medicine Residents and Association With the In-Training Examination Performance*, Journal of the National Medical Association, 44-51 (2020).
- [8] Green, A. D., *Felder-Silverman model: International comparison application post Covid*, International Journals of Business, 1-16 (2023).
- [9] Aguiar, J. F., *Análise Comparativa de Abordagens de Associação entre os Estilos de Aprendizagem de Felder-Silverman e os Metadados do Padrão IEEE LOM*, Sociedade Brasileira de Computação, 1-10 (2020).
- [10] Painén-Aravena, G. A.-P.-C.-G., *Investigating the effect of learning styles on the acceptance of e-books among university students*. 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (págs. 1-4). Coimbra, Portugal, CISTI (2019).
- [11] Fayaza, M. A., *Use of Felder Silverman Learning Style Model in Technology Enhanced Learning*, International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (págs. 1-6). SCSE (2024).
- [12] Kannapiran, S. K., *Perception of Mechanical Engineering Students According to a Subject on Felder*
- [13] Guevara, J., *Identificación de los estilos de aprendizaje de los estudiantes del curso de Física general*, Anales Científicos, 20-25, (2017).
- [14] Mahnane, L. H., *Automatic detection of learning styles based on dynamic Bayesian network in adaptive e-learning system*, Int. J. Innovation and Learning, 289-308 (2016).
- [15] Camana Fiallos, R. G. & Torres Carrera, R. A., *Descubrimiento del estilo de aprendizaje dominante de estudiantes de la carrera de Tecnología en Análisis de Sistemas*, Revista Educación, 1-13 (2018).
- [16] Camana, R. S., *Herramienta para detección de estilos de aprendizaje en estudiantes de educación superior*, Revista Educación, 106-121 (2017).
- [17] Serhane, A. D., *Overcoming University Students' Alternative Conceptions in Newtonian mechanics*, American Journal of Networks and Communications, 22-29 (2020).
- [18] Duman, I. D., *University students' difficulty and misconceptions on rolling rotational motion and torque concept*, International Journal on New Trend in Education and their Application, 46-54 (2015).
- [19] Luchembe, D. S., *Practical Work, Simulations and Feedback to Address Undergraduate Physics Students' Challenges in Understanding Circular and rotational motion*, The Asian Institute Research, 584-596 (2019).
- [20] Lemmer, M., *Applying the Science of Learning to the Learning of Science: Newton's Second Law of Motion*, Africa Education Review, 20-37 (2017).
- [21] Raymond, A. D., *Project based learning and team-based learning for freshmen physics at Southern Taiwan university of science and technology*, Asia-Pacific Journal of Science and Technology, 1-8 (2023).
- [22] Ha, S. K., *Challenges of designing and carrying out laboratory experiments about Newton's second law*, Sci & Educ, 1389-1416 (2020).
- [23] Paul, A. P., *Phet Interactive Simulation*. Obtenido de <https://phet.colorado.edu/es/simulations/forces-and-motion-basics/credits> (05 de noviembre de 2024).
- [24] Seway, R. H., *Física para ciencias e ingeniería Vol. 1* (Cengage Learning, USA, 2018).
- [25] Vernier, *Vernier Science Educations*. Obtenido de <https://www.vernier.com/product/go-direct-force-and-acceleration-sensor/> (24 de octubre de 2024).

Anexos

Anexo 1. Análisis de las leyes de Newton mediante el simulador Fuerza y movimiento.

Actividad: Interpretación de las leyes de Newton

Trabjará con la simulación llamada Fuerza y movimiento. Siga las instrucciones indicadas a continuación, al final de la actividad experimental deberá desarrollar un resumen de todo lo abordado durante la actividad.

1. Hacer Click en Laboratorio "Fuerza neta". Activar casillas, suma de fuerzas, valores y rapidez

Caso 1

2. Colocar un muñeco rojo A en el 1er nudo de la derecha y uno azul A en el 1er nudo de la izquierda.

3. Click en Inicio. Observar que ocurre con el carrito. Anotar la suma de las dos fuerzas.

4. ¿Qué puedes deducir de esto?

Caso 2

5. Reiniciar y remover solo el muñeco azul.

6. Click en inicio, observar el movimiento y anotar el valor y dirección de la fuerza.

7. Observar que ocurre con la velocidad. ¿Aumenta, disminuye o no cambia?

Caso 3

8. Reiniciar el simulador
9. Click en inicio y esperar 2 segundos, colocar un muñeco azul A, a la izquierda en el primer nudo.

10. Observar el movimiento. Anote el valor y dirección de cada fuerza. ¿Qué ocurre con la suma de las fuerzas? ¿Qué ocurre con la velocidad? ¿Aumenta, disminuye o se mantiene?

Caso 4.

11. Reiniciar el simulador y remover el muñeco azul.

12. Click en inicio y esperar 2 segundos, colocar el muñeco azul A, a la izquierda en el primer nudo, al segundo colocar el muñeco azul C en el segundo nudo a la izquierda del azul A.

Pausar antes de chocar con el bloque. Observar el movimiento completo. Describir lo que ocurre.

13. Usando el concepto de fuerza explicar porque ocurre este tipo de movimiento.

Anexo 2. Diseño experimental para la aplicación de las leyes de Newton

Experimento con plano inclinado

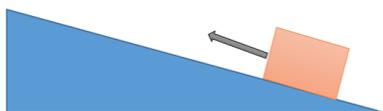
Realice el siguiente experimento con las instrucciones que a continuación se detallan. Antes de iniciar debe conocer de manera aproximada el coeficiente de fricción entre el plano y su caja.

- De manera teórica, considere una caja sobre un plano inclinado a 30° respecto a la horizontal. Con los valores de masa de su caja y el coeficiente de fricción antes investigado, calcule el valor de la fuerza que se requiere para jalar hacia arriba (sobre el plano) a su caja.

Fase Experimental

- Colocar el plano inclinado a un ángulo de 30°, haciendo uso de su transportador.
- Coloque la caja en la parte más baja del plano, después coloque el sensor de fuerza en uno de los extremos de la caja para moverlo hacia arriba.
- Aplice una fuerza paralela al plano para mover la caja y deslizarla sobre la rampa. Observe el valor de la fuerza registrada en el sensor y, colóquelo en la tabla de abajo.
- Repita los pasos anteriores siguiendo los valores de los ángulos que se muestran en la tabla.
- Elabore una gráfica de la fuerza vs el ángulo
- Compare su resultado teórico con el resultado experimental.
- Elabore una conclusión de los observado en el experimento.

Angulo	30°	45°	60°	70°
Fuerza				



Anexo 3. Rúbrica de evaluación del experimento.

Criterios	Insuficiente (1)	Aceptable (2)	Bueno (3)	Excelente (4)
Diseño del experimento	No se presentó el diseño	Se presentaron algunos pasos, pero faltaron elementos claves	El diseño es adecuado, pero con pequeños errores	El diseño está completo, y permite llegar al objetivo
Colección de datos	No se presentaron datos	Los datos están incompletos o son inexactos	Los datos están ordenados en una tabla, están completos pero tienen pequeños errores	Los datos están en una tabla de manera correcta, están completos y con las unidades adecuadas
Cálculos y análisis	No se realizaron cálculos o están incorrectos	Cálculos correctos, pero no se presenta un análisis	Cálculos correctos, presenta análisis pero errores menores	Cálculos correctos y el análisis detalla los resultados del experimento
Trabajo en equipo	No colaboraron todos los integrantes del equipo	Colaboración mínima entre los integrantes, con algunos conflictos presentes	El equipo colabora adecuadamente, pero tienen un proceso lento en su ejecución	Excelente colaboración y liderazgo dentro del equipo
Conclusión	No se presenta la conclusión	La conclusión no está acorde a los resultados	La conclusión es adecuada pero incompleta	La conclusión está completa, y se relaciona con los resultados del experimento

Anexo 4. Resultados del cuestionario Felder-Silverman del grupo de estudio

Activo/Reflexivo	Nivel	Sensorial/Intuitivo	Nivel	Visual/Verbal	Nivel	Secuencial/Global	Nivel
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Reflexivo	Moderado	Sensorial	Alto	Verbal	Moderado	Global	Equilibrado
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Global	Moderado
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Global	Equilibrado
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Global	Moderado
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Verbal	Moderado	Global	Moderado
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Global	Moderado
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Verbal	Moderado	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Verbal	Moderado	Secuencial	Alto
Reflexivo	Moderado	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Verbal	Moderado	Global	Moderado
Reflexivo	Moderado	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Global	Moderado
Activo	Alto	Intuitivo	Moderado	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Intuitivo	Moderado	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Intuitivo	Moderado	Visual	Alto	Global	Moderado
Reflexivo	Moderado	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Secuencial	Alto
Activo	Alto	Sensorial	Alto	Visual	Alto	Global	Moderado