

Enseñar Física en función de la formación básica profesional del ingeniero mecánico: las máquinas simples

Teaching Physics for developing the basic professional training of the mechanical engineer: Simple machines

Elio Jesús Crespo Madera,¹ Alexei Díaz Pérez²

^{1,2} Universidad “Hermanos Saíz Montes de Oca” –UPR

¹ Correo electrónico: elio.crespo@upr.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7363-5627>

² Correo electrónico: alexo@upr.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4928-6738>

Recibido: 18 de abril de 2021

Aceptado: 5 de julio de 2022

Resumen

La ingeniería mecánica es reconocida como una Física aplicada, cuyos fundamentos cognitivos y procedimentales constituyen la esencia del funcionamiento de todo mecanismo, por eso en el reciente perfeccionamiento de la Educación Superior, el Plan de estudio E, se exige de esta ciencia básica responder a los modos de actuación del profesional como resulta el estudio de las máquinas simples, como una necesidad del Departamento de Mecánica en cuanto a que los alumnos reconozcan y describan desde su primer año de estudio, la composición básica de los mecanismos, contenidos útiles al recibir la Disciplina Mecánica Aplicada. Se trazó como objetivo rescatar las máquinas simples en las mismas situaciones problemáticas que tradicionalmente se usan en los libros de texto, con modificaciones contextuales y de razonamiento producto de la investigación cualitativa descriptiva realizada, identificando que los profesores de Física no abordan el tema y proponen una metodología de cómo resaltar el papel de las máquinas simples: poleas, palancas, plano inclinado, las cuñas, el tornillo y la rueda, que faciliten además su montaje experimental, con soluciones que complejicen el pensamiento e incremente la creatividad y la innovación, cualidades propias de todo ingeniero.



Como resultado se trabaja en un compendio de situaciones problemáticas, que permitan a los profesores de Física orientarse didácticamente de cómo conducir el aprendizaje de la Física, a través del rescate de las máquinas simples.

Palabras claves: Máquinas simples, Física, Ingeniería mecánica.

Abstract

Mechanical engineering is based on the principles of applied Physics whose cognitive and procedural foundations constitute the essence of the functioning of any mechanism. The current improvement of Higher Education (Study Plan E) requires that this basic science responds to the professional ways of acting including the study of simple machines. As a necessity of the subjects taught by the teachers of the Department of Mechanics, the students should be able to recognize and describe from their first year of study, the basic composition of the mechanisms, useful content to receive the Applied Mechanics Discipline. Therefore, it was decided to teach the content related to simple machines using the same problematic situations that are traditionally provided by textbooks, with contextual modifications and of reasoning. The descriptive qualitative research allowed to identify that Physics teachers do not approach this topic frequently and a methodology was proposed for highlighting the role of simple machines: pulleys, levers, inclined plane, wedges, the screw and the wheel, to facilitate their experimental assembly, with solutions that make thinking more complex and increase creativity and innovation which are engineers' inherent qualities. As a result, a compendium of problem situations that will allow Physics teachers to didactically orientate themselves on how to conduct the learning of Physics by teaching simple machines is being created.

Keywords: Simple machines, Physics, Mechanical engineering.

Licencia Creative Commons



Introducción

Las orientaciones metodológicas en el actual Plan de estudio E [1] para la carrera de Ingeniería mecánica como parte del perfeccionamiento de la Educación Superior, exige a las Disciplinas involucradas en la formación básica, como la Física (asignaturas Física I y II) y a través de sus Procesos de Enseñanza y Aprendizaje (PEA), se conviertan en disertaciones de una Física Aplicada, donde los sistemas de conocimientos y de habilidades, se pongan en función de la carrera y del modo de actuación del profesional, por esta razón y en coordinación con el Departamento de Mecánica, se propone incluir contenidos referidos a las máquinas simples, con el objetivo que los alumnos, desde los primeros años de estudios de la carrera, se familiaricen con estos dispositivos y con la fundamentación física de su funcionamiento, lo cual ayudaría a que las reconocieran y sus combinaciones, como la esencia de los diferentes mecanismos, reportando a otras asignaturas propias de la carrera como en la Disciplina de Mecánica Aplicada, liberan a la carrera de la concepción de una asignatura optativa dedicada a las máquinas simples, que de resolverlo la Física, se emplearía aquel tiempo en otras opciones de aprendizaje.

La idea de máquina simple es de alrededor del siglo III a. C., introducida por el físico griego Arquímedes, que estudió la Palanca, la Polea, y el Tornillo, descubriendo el principio de ventaja mecánica, reflejada en la famosa frase tradicionalmente atribuida a él, respecto a la utilidad de la Palanca: "Dadme un punto de apoyo y moveré la Tierra". Con la que expresaba su comprensión de que no hay límite a la cantidad de amplificación de la fuerza que se podría lograr mediante de una máquina simple, de la cual se obtiene una ventaja mecánica. Se trataba de aparatos o mecanismos sencillos que desde tiempos inmemoriales, el hombre inventó para multiplicar su poder o potencia muscular [2], como resultan las usadas en cualquier proceso constructivo como: las palancas en sus diferentes géneros, las poleas o polipastos, planos inclinados, tornillos en sus diferentes modelos, tanto para madera u hormigón, las ruedas y las cuñas, estas últimas usadas para calzar marcos de puertas y ventanas en su colocación.

No hay dudas que la ciencia Física y todo su arsenal teórico y práctico, constituye una necesidad en la formación de ingenieros y debe ser la encargada de garantizar la fundamentación teórica del funcionamiento de diversos mecanismos y de la orientación de tales conocimientos y habilidades en función de la creatividad y de la

invención en su futuro profesional, por cuanto el ingeniero mecánico es el profesional que diseña e implementa mecanismos basados en la combinación de máquinas simples por la inmensa versatilidad que poseen las mismas, para facilitar el desempeño de las personas en las diferentes esferas de la vida del ser humano, por ejemplo: en la Agronomía, en la Industria, en la Medicina, en el Transporte, en la vida cotidiana, entre otras.

Demostrar a los alumnos del primer año de la carrera de Ingeniería mecánica en el curso 2019-2020, las peculiaridades de estas máquinas simples en los sistemas mecánicos, descritos en las situaciones problemáticas seleccionadas de los libros de texto básico, tanto de Física [3], como otros complementarios y propios de la carrera de Ingeniería mecánica [4] y proponer usar otras o sus combinaciones en el mismo sistema mecánico, resultó una experiencia de aprendizaje tanto para alumnos como para profesores, que aportó al desarrollo del razonamiento lógico y un pensamiento mecánico y más cuando se incorpora la demostración experimental de dichos sistemas mecánicos, para que se visualizara en la práctica lo descrito en la teoría Figuras No. 1 y No.3)

Cuanto se ha descrito fundamenta el objetivo de este trabajo:

Rescatar el estudio de las máquinas simples en el PEA de la Física I, mediante una metodología cognitiva-procedimental, como herramienta didáctica aplicada a situaciones problemáticas manifiesta en diversos sistemas mecánicos, que seleccionadas del libro de texto básico, complementarios o propios de la especialidad, contribuya a elevar el nivel de creatividad y de innovación del ingeniero mecánico desde su nivel de formación básica de aprendizaje.

Los autores han continuado incrementando la selección de otras situaciones problemáticas, que orienten didácticamente a los profesores de Física, de cómo conducir el aprendizaje de la Física, durante la formación básica de los alumnos de la carrera de Ingeniería mecánica, a través del rescate de las máquinas simples y son del criterio que la metodología podría generalizarse al PEA de la Física en otras ingenierías, para formar habilidades de creatividad y de innovación, incluso de otros temas o contenidos de la ciencia Física.

Desarrollo

La investigación cualitativa descriptiva, realizada por los autores, mediante la revisión de diversas bibliografías de Física y de la especialidad Mecánica, la Observación no participativa a clases de solución de problemas, de Entrevistas a los

profesores tanto del preuniversitario como de la universidad y la propia experiencia de estos como profesores de Física, condujo a resaltar cuatro resultados:

- (1) Son contados los libros que dedican espacio al estudio de las máquinas simples [5];
- (2) Los profesores de Física identifican a las máquinas simples presentes en la situación problemática, no resaltan sus características y mucho menos lo que reportan al sistema o por qué se usan;
- (3) Se reconoció por parte de los profesores de Física, que en los sistemas mecánicos usados para la aplicación de las Leyes de Newton en la Dinámica de traslación y de la rotación o su combinación, sí hay presencia de máquinas simples como el Plano inclinado, la Cuña, el Torno Simple de manivela, la Rueda, la Palanca, la Polea fija y Polea móvil e incluso, aparejos llamados Polipastos, pero que las pasan por alto al no aportar a la solución, de acuerdo con las condiciones físicas dadas;
- (4) Los profesores de Física se limitan a dar solución a las interrogantes en el sistema mecánico dado y no proponen otras oportunidades de razonamiento físico que den la posibilidad a la creatividad y la innovación.

¿Por qué rescate de las máquinas simples cuando se forman ingenieros mecánicos en la universidad?

Pregunta hecha por los autores al inicio de la investigación y de las respuestas obtenidas, sumadas a razones profesionales propias de la carrera durante la formación básica de los alumnos, descubren que no solo se reafirma el aprendizaje de la Física, a través de mostrar la utilidad y el significado de los contenidos propios de esta ciencia aplicados a la Ingeniería mecánica, se demuestra además, ser parte fundamental tanto cognitiva como procedimental de lo que es en esencia esta carrera, basada fundamentalmente en la teoría de los mecanismos, donde las máquinas simples son la razón de estos.

¿Cómo se procedió para materializar el rescate de las máquinas simples?

Se inicia con un análisis de los Capítulos 4, 5, 10 y 11 del Volumen 1 del libro de texto básico para esta carrera, "Física Universitaria" [4], donde se identifican las situaciones problemáticas con sistemas mecánicos que involucren a las máquinas simples, tanto en ejemplos resueltos, ejercicios y problemas propuestos, que faciliten, además, la posibilidad de introducir modificaciones cognitivas y procedimentales y cumplir con los objetivos de aprendizaje de la Física I y su carácter creativo e innovador.

El estudio teórico de las máquinas simples se introduce mediante un ciclo de conferencias en las cuales se hace un recorrido por la historia desde su creación y utilización como son: La Palanca; la Polea; el Torno; el Plano Inclinado; la Cuña, el Tornillo y la Rueda, dejando claro su funcionalidad y operacionalidad, con énfasis en la utilidad de su uso como: (1) cambiar la dirección de aplicación de una fuerza; (2) aumentar o multiplicar a la fuerza ejercida sobre un objeto y (3) lograr mantener constante el valor del trabajo mecánico realizado por la persona o dispositivo que actúa sobre la máquina simple o en sus combinaciones, enfatizando en el cumplimiento de la Regla de Oro de la Mecánica para los casos ideales, que son los que generalmente se tratan en clases. Se clasifican y se estudian las diferentes versiones que durante el devenir histórico el hombre ha ido transformando y/o complejizando en los mecanismos.

Se asumió que los alumnos reconocen la utilidad y la definición de las máquinas simples y se incorporan a las clases prácticas, donde se resuelven situaciones problemáticas a través de una metodología que los autores comparten y describen a continuación, nombrada:

Metodología cognitiva-procedimental para el rescate de las máquinas simples.

Descrita en seis pasos o etapas del razonamiento físico:

- (1).- Seleccionar la situación problemática en un sistema mecánico de ejemplos, ejercicios o problemas, en cuyo contexto se identificaran máquinas simples, así como las posibles ligaduras que condicionan su funcionamiento. Se describen sus principales características (ventaja mecánica y operacionalidad) que ayuden a la solución de las interrogantes y se resuelve, dando respuestas de acuerdo con la aplicación del Método físico cinético – dinámico, para determinar todas las magnitudes cinemáticas y dinámicas que caracterizan el movimiento del sistema y sus interacciones correspondientes.
- (2).- Aplicar el Método energético a la situación problemática dada, para analizar la relación entre el trabajo mecánico W ejecutado por el agente que actúa sobre el mecanismo (fuerza motriz de entrada o Potencia) y el trabajo mecánico ejercido por el mecanismo sobre el objeto al lograr su movimiento (fuerza de salida o de Resistencia), demostrando que al usar una máquina simple debe cumplirse “La Regla de Oro de la Mecánica” ($W_{\text{entrada}} = W_{\text{salida}}$) en el caso ideal.
- (3).- Proponer el análisis mecánico-energético teórico de la situación problemática en estudio, orientado a la modificación del mecanismo con la condición de

restauración del estado de equilibrio dinámico del sistema, tendiente a mejorar su operacionalidad o la ventaja mecánica, a través de la introducción de otras máquinas simples (como combinaciones de estas) o modificando las existentes, con la intención de obtener un nuevo sistema mecánico más funcional o eficiente desde el punto de vista mecánico.

- (4).- Materializar la modificación de dicho mecanismo, propuesta del análisis anterior y se repite el paso (1), para determinar los nuevos valores que adquieren las magnitudes cinemáticas y dinámicas que caracterizan al nuevo sistema, de acuerdo con las nuevas condiciones físicas dadas y se realiza además, el mismo análisis energético propuesto en el paso (2), para demostrar nuevamente, el cumplimiento de “La Regla de Oro de la Mecánica” ($W_{\text{entrada}} = W_{\text{salida}}$) para el caso ideal.
- (5).- Comparar los resultados obtenidos en los puntos (1), (2) y (3), para demostrar que se ha logrado una mayor ventaja mecánica y operacionalidad en el sistema mecánico modificado.
- (6).- Se da la oportunidad a los alumnos de introducir nuevas y posibles modificaciones o variantes en el uso de las máquinas simples o sus combinaciones en el contexto, para lo cual deberán desarrollar, de la metodología, a partir del paso 3 al 5. Igual podrían hacer propuestas de otros sistemas mecánicos que cumplan con objetivos de aprendizaje similares.

A continuación se describen didácticamente los pasos anteriores, ejemplificados en la solución de una de las situaciones problemáticas seleccionadas:

- (1).- Se selecciona la situación problemática correspondiente al Capítulo 5 “Aplicaciones de las Leyes de Newton”, el Ejercicio 5.34; pág. 116 (de alta complejidad [4] (Figura No.2) como del montaje experimental de la situación dada (Figura No.1), se da respuesta a las interrogantes propuestas y se cita textualmente la situación problemática del ejercicio:

5.34.- Considere el sistema de la figura E5.34. El bloque A pesa 45.0 N y el bloque B pesa 25.0 N. Una vez que el bloque B se pone en movimiento hacia abajo, desciende con rapidez constante:

- a) Calcule el coeficiente de fricción cinética entre el bloque A y la superficie de la mesa.
- b) Un gato, que también pesa 45.0 N, se queda dormido sobre el bloque A. Si ahora el bloque B se pone en movimiento hacia abajo, ¿qué aceleración (magnitud y dirección) tendrá?



Figura 1: Montaje experimental E5.34

Fuente: Elaboración propia

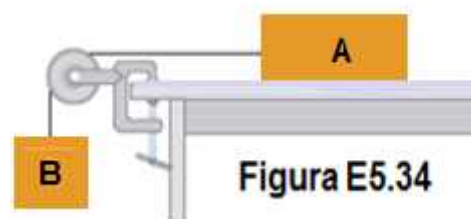


Figura 2: Ejercicio 5.34;

p. 116/modificado. Fuente: [4]

Se identifica a la máquina simple “Polea fija”, usada para transmitir íntegramente la acción de las fuerzas actuantes a través de la ligadura que une ambos cuerpos (una cuerda ideal, sin masa e inextensible), que es su característica principal (sin ganancia de fuerza), además, muy útil para cambiar la dirección de estas fuerzas (la Tensión de la cuerda), facilitando cierta comodidad operacional, en un sistema que se encuentra en Equilibrio dinámico (con $v = \text{constante}$) y a partir de estas condiciones físicas, se obtienen las siguientes respuestas:

Aplicando el Método cinemático-dinámico, sustentado en las Leyes de la Mecánica clásica de Newton y el Diagrama de fuerzas o Cuerpo libre, se obtienen las respuestas para los incisos a y b, que incluye el análisis físico-mecánico correspondiente.

- a).- El valor del coeficiente de fricción cinética entre el bloque A y la superficie de la mesa encontrado es: $\mu_k = \frac{f_k}{N_A} = 0.56$; lo que significa que la fuerza Tensión en la cuerda, generada sobre ésta por la fuerza Peso del cuerpo B (Fuerza de la gravedad), es capaz de mover con rapidez constante al cuerpo A, al encargarse la polea de transmitir íntegramente esta valor de las fuerzas descritas.
- b).- La aceleración (magnitud y dirección) del sistema se ve afectada por el aumento del peso del cuerpo A al colocarse el gato sobre él y, por tanto, un aumento de la fuerza de fricción cinética entre las superficies en contacto, que se opondrá al movimiento del sistema, a pesar del impulso provocado al cuerpo B, por eso, la aceleración se manifiesta en la misma dirección horizontal del movimiento, pero en sentido contrario, frenando al sistema completo, con un valor: $a = -2.13 \text{ m/s}^2$

(2).- Aplicación del Método energético a la situación problemática.

Se aclara que con el uso de la polea fija, se obtiene que la distancia L que desciende el cuerpo B, es la misma distancia L que recorrería el cuerpo A, incluso

empleando el mismo intervalo de tiempo, tanto en la aplicación de la Fuerza de entrada (Peso del cuerpo B), como la Fuerza de salida (La fuerza de Tensión de la cuerda).

Como consecuencia se obtiene que el Trabajo mecánico W que realizaría la fuerza de entrada sobre el mecanismo, equivalente a: $W_{\text{entrada}} = (m_B \cdot g) \cdot L$, que debe ser igual al Trabajo mecánico realizado por fuerza de salida del mecanismo sobre el cuerpo A: $W_{\text{salida}} = T \cdot L$.

Para el inciso a, bajo la condición de equilibrio dinámico del sistema y de la cuerda ideal, se puede afirmar: $T = m_B \cdot g$; para las mismas distancias L recorridas, entonces: $W_{\text{entrada}} = W_{\text{salida}}$; demostrándose el cumplimiento de la Regla de Oro de la Mecánica y como caso ideal, no se considera el Trabajo mecánico de las fuerzas disipativas de fricción en el eje de la polea y en el punto de contacto de la cuerda con la polea).

Para el inciso b, como el sistema deja de estar en equilibrio dinámico, no nos interesa el análisis energético.

(3).- Análisis mecánico-energético de la situación problemática en estudio.

Se identifica que en el inciso b, cuando se coloca el gato sobre el bloque A, es la oportunidad para las modificaciones correspondientes al sistema, pues a pesar el impulso inicial dado sistema, la energía disipada en el Bloque A, debido al trabajo mecánico resistente de la fuerza de fricción entre las superficies en contacto, es superior a la suministrada de entrada y el sistema se desacelera ($a = -2.13 \text{ m/s}^2$), por tanto, se trataría de proponer un mecanismo que aumentara la fuerza de la Tensión que tira del bloque A, incluyendo al gato, y reestablecer el equilibrio dinámico, de acuerdo a las condiciones del inciso a.

(4).- Modificación al sistema mecánico dado: Consiste en proponer dos mecanismos diferentes. Como se muestra en la Figura No.3 (a y b):

- Mecanismo I (a) con adición de una Polea Móvil que acoplada con la fija, formen una combinación de poleas, llamada Polipasto, del tipo Potencial simple y directo por usar una sola cuerda, de ahí, que la fuerza de Tensión en toda su longitud sea la misma y equivalente al peso del cuerpo B, y
- Mecanismo II (b), en el cual se sustituye a la polea fija por otra fija, pero con doble diámetro, que algunas literaturas la llaman Polea Diferencial, como otra variante.

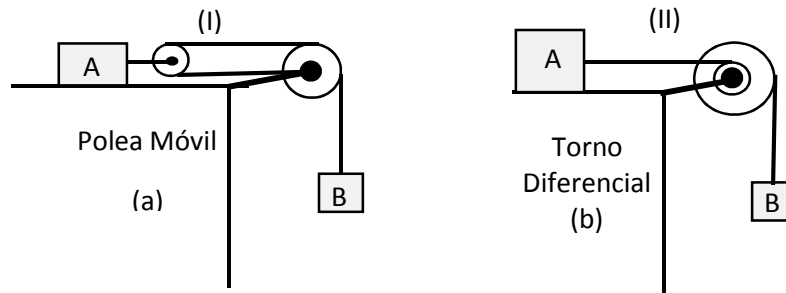


Figura 3: Propuesta de mecanismos I(a) y II(b) para modificar situación problemática del E5.34. Fuente: Elaboración propia.

ATENCIÓN: Para el montaje de ambos mecanismos, se parte de la siguiente interrogante: ¿Cómo lograr que el sistema del inciso (b), mantenga su estado de equilibrio dinámico, de movimiento con la rapidez constante del inciso (a), a pesar de que ahora existe un gato encima del cuerpo A y el coeficiente de fricción siga siendo el mismo?

Se resuelve el inciso (b) del E5.34, a partir de dos condiciones, aplicando la metodología al Mecanismo I(a), Figura 4:

- 1) Equilibrar con una nueva tensión T' , ejercida por el mecanismo sobre el sistema formado por el cuerpo-gato y la nueva fuerza de fricción $\vec{f}$ ejercida por la superficie sobre este, que es el doble debido a que el peso del nuevo sistema es el doble, lo cual se demuestra.
- 2) Que la fuerza de Tensión y la acción de la fuerza de gravedad que actúan sobre el cuerpo B estén en equilibrio, entonces:

Analizando la condición (1)

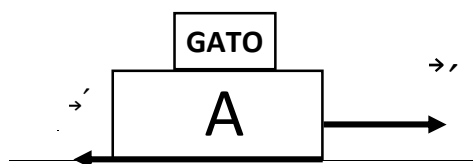


Figura 4: Sistema mecánico cuerpo A + gato. Fuente: Elaboración propia

Para la nueva fricción y teniendo en cuenta que:

P_A – peso del cuerpo A, que en valor también es igual al del gato.

$f = T = \mu \cdot P_A$ (1) Fuerza de fricción para la nueva T

Que es igual a la tensión debido a la condición de equilibrio dinámico del inciso a.

$P'_A = 2P_A$ (2); peso del sistema formado por el cuerpo A más el gato

$N'_A = P_A$ (3); fuerza Normal del sistema formado por el cuerpo A más el gato

Combinado las ecuaciones (1), (2) y (3):

$$\therefore f' = \mu \cdot N'_A = \mu \cdot P_A = \mu \cdot 2P_A; \quad f' = 2\mu \cdot P_A = 2f$$

La nueva fuerza de fricción $\vec{f}'$ tiene el doble de valor, respecto a la situación problemática del cuerpo A sin el gato, entonces en la nueva condición de equilibrio dinámico, por tanto la nueva Tensión $T' = f' = 2f = 2T$ (4)

Es decir, que para lograr que el nuevo sistema se mueva en equilibrio dinámico, con rapidez constante, se hace necesario:

- 1) Aumentar al doble la tensión ejercida sobre el cuerpo A del inciso a, sobre el nuevo sistema formado por el cuerpo A y el gato que ambos tienen el mismo peso.
- 2) Mantener la misma tensión $T = P_B$, debido a la interacción sobre el cuerpo B.
- 3) Aumentar la ventaja mecánica al doble: $V = \frac{T'}{T} = \frac{2T}{T} = 2$ (5)

Así se tiene que para el Mecanismo (I) la distribución de las tensiones en el sistema mecánico concebido, se muestra en la Figura 5 y su probable montaje experimental en la Figura 6.

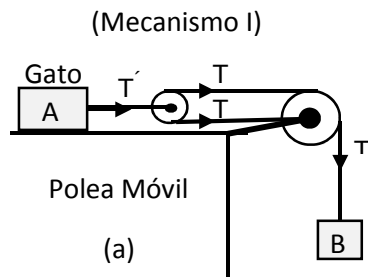


Figura 5: Distribución de las Tensiones. Fuente: Elaboración propia.

Dada la condición de equilibrio en la polea móvil y el considerar una polea ideal, se puede afirmar de la ecuación (4), que: $T' = 2T$, oportunidad para resaltar que en la polea móvil se puede considerar la ocurrencia de una rodadura pura, lo que significa que la polea móvil se desplazará la mitad de la distancia respecto a la que desciende el cuerpo B (ambos en la dirección vertical), por tanto, se puede escribir

que: $S_B = 2 S_A$, al emplear el mismo intervalo de tiempo para moverse, entonces:
 $v_B = 2 v_A$.

Se muestra el montaje experimental del Mecanismo I(a) (Figura 6).



Figura 6: Montaje experimental de Mecanismo I (a). Fuente: Elaboración propia.

Sobre el cual se pueden ver y demostrar los resultados anteriores y a partir del conocimiento de que la Ventaja Mecánica “VM” de cualquier mecanismo, se expresa por la relación entre la fuerza de salida T' , respecto a la fuerza de entrada T (ecuación 5); demostrándose con este resultado que con la adición de otra máquina simple, como una polea móvil, se puede mejorar la VM de cualquier mecanismo.

- (5).- Se comparan ambos resultados obtenidos en los pasos (1), (2) y (3), para demostrar que se ha logrado una mayor ventaja mecánica en el sistema mecánico o mecanismo modificado.
- (6).- Para concluir, se orienta a los alumnos como actividad independiente evaluativa, aplicar la metodología al Mecanismo (II), para las mismas condiciones físicas y ejecutando los pasos del 3 al 5 e igual podrían hacer propuestas de otros sistemas mecánicos que cumplan con los mismos objetivos de aprendizaje.

Los autores han intentado hacer una descripción de la metodología propuesta que pueda servir de guía didáctica para los profesores de Física que deseen incursionar en el rescate de las máquinas simples, algo similar a lo propuesto por profesores de la Universidad de Cataluña (España) y de la Universidad de Holguín (Cuba), respecto a un procedimiento seguido para la selección, modelación y simulación de los mecanismos objeto de estudio y usando recursos virtuales que satisfacen las materias Teoría de Máquinas y Mecanismos y Proyecto II en la Carrera de Ingeniería Mecánica [8]. De igual forma se continúan seleccionando otras situaciones problemáticas en otros libros de Física [6], [7], entre otros por revisar, que formarían parte de un compendio en el cual se trabaja, que resalten la importante

del conocimiento de las máquinas simples, para quienes se forman como ingenieros mecánicos, como se ha deseado mostrar en varios ejemplos prácticos y útiles de cómo aplicar la Regla de Oro de la Mecánica en algunas Máquinas simples en la plataforma virtual cordobesa para universitarios [9].

Conclusiones

Los alumnos de la carrera de Ingeniería mecánica, han tenido la posibilidad de reafirmar su vocación por la profesión desde el primer año de estudio, al mostrarles que el funcionamiento de los mecanismos depende de las máquinas simples y de sus combinaciones, con base en las leyes físicas.

La metodología propuesta para la solución de situaciones problemáticas en el PEA de la Física I, ha facilitado el rescate de las máquinas simples en la enseñanza universitaria, olvidadas o no tenidas en cuenta por los profesores de Física al enseñar el contenido de Mecánica.

Recurrir al principio de funcionamiento de las Máquinas simples y a las leyes físicas que lo describe, durante el PEA desde su formación básica, tiende a razonamientos lógicos de los alumnos, tanto cualitativos como cuantitativos y de estos a generar un carácter creativo e innovador, de gran utilidad en la continuidad de su formación profesional e incluso de su quehacer laboral.

Referencias bibliográficas

1. Ministerio de Educación Superior. Plan de estudio "E" carrera de Ingeniería mecánica. Edición única. MES. La Habana; 2018.
2. Maiztegui AP y Sabato JA. Introducción a la Física Vol. I. Editor Kapelusz. BuenosAires; 1974.
3. Young HD, Freedman RA. Sears y Zemansky Física Universitaria (vol.1) 13 ed., editor: De la Vega P. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V; 2013
4. Levinson I. Fundamentos de la Ingeniería Mecánica (vol I, parte II). La Habana: Ciencia y Técnica; 1969.
5. Tippens PE. Física, Conceptos y Aplicaciones. Séptima ed. (Cap.12 p.235). México: Mc Graw-Hill Interamericana; 2007
6. Serway RA, Jewett J. Física para Ciencias e Ingeniería(vol. 1) 7 ed México: CENGAGE Learning; 2008.
7. Halliday D, Resnick R y Walker J. Fundamentals of Physics. 9th ed extended ed. United States: John Wiley & Sons, Inc; 2011.

8. Zayas EE, Merino D, Pérez R, Jordi L, García A. Recursos virtuales para la enseñanza y aprendizaje de teoría de máquinas y mecanismos en ingeniería mecánica. Revista Tecnología Educativa. [Internet] 2020. [citado: agosto 2022]; 5 (1): 78-84. Disponible en:
<https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/article/view/208/160>
9. Pacheco J. 2020. Apuntes de 1er cuatrimestre: Las Máquinas Simples. Ingeniería Mecánica I (UTN). Filadd: La plataforma virtual cordobesa para universitarios. [Internet] 2020.[citado: 10 agosto 2022]: Disponible en:
<https://filadd.com/doc/2da-parte-apunte-ingenieria-mecanica-i-suspension#>

Contribución de autoría

La concepción del trabajo científico fue realizada por el autor Elio Jesús Crespo Madera y la recolección, interpretación y análisis de los datos se realizó en conjunto por ambos autores que se encargaron de la redacción/revisión del manuscrito, elaboración de figuras y selección de las imágenes mostradas, llegando al consenso del resultado final y conclusiones del trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses, estando de acuerdo y haber aprobado con la versión final de los resultados presentados.

Autores

Elio Jesús Crespo Madera. Doctor en Ciencias Pedagógica, Profesor Titular, Departamento de Física. Facultad de Educación Media. Jefe de los Laboratorios docentes de Física Sede Saíz. Responsable de la Disciplina Física de prestación de servicios. Universidad “Hermanos Saíz Montes de Oca” Pinar del Río, Cuba.

Alexei Díaz Pérez. Licenciado en Física Nuclear. Profesor Asistente Departamento de Física. Facultad de Educación Media. Jefe de la Disciplina Física para la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, Universidad “Hermanos Saíz Montes de Oca”, Pinar del Río, Cuba.