



Recepción: 20 / 12 / 2017

Aceptación: 15 / 02 / 2018

Publicación: 4 / 04 / 2018

Ciencias de la Educación

Artículo Científico



Aprendizaje significativo en el estudio de la constante elástica del resorte con recursos didácticos de bajo costo

Significant learning in the study of spring elastic constant with low-cost didactic resources

Aprendizagem significativa no estudo da constante elástica de mola com recursos de ensino de baixo custo

Isidoro E. Tapia-Segarra ¹
itapia@esPOCH.edu.ec

Correspondencia: itapia@esPOCH.edu.ec

¹ Docente, Facultad de Informática y Electrónica FIE-ESPOCH, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador.

Resumen

En ésta experiencia de laboratorio sirve para determinar la constante elástica del resorte utilizando dos métodos, utilizando el método estático con los conceptos de la “Ley de Hooke” , y el método dinámico con los conceptos de Movimiento armónico simple, utilizando materiales didácticos de bajo costo que fueron elaborados por los mismos estudiantes, llegando a obtener resultados muy similares de la constante elástica de un resorte con un valor de $K=95\text{N/m}$, lo que se puede concluir que con unas buenas mediciones de desplazamientos, y determinando correctamente el período de 20 oscilaciones para cada una de las masas aplicadas se obtienen resultados satisfactorios, con lo que se incrementó el nivel de aprendizaje significativo a un 100%.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, constante elástica de un resorte, ley de Hooke, movimiento armónico simple, recursos didácticos de bajo costo.

Abstract

In this laboratory experience, it is used to determine the elastic constant of the spring using two methods, using the static method with the concepts of "Hooke's Law", and the dynamic method with the concepts of simple harmonic movement, using low-cost didactic materials that were elaborated by the same students, getting to obtain very similar results of the elastic constant of a spring with a value of $K = 95\text{N} / \text{m}$, which can be concluded that with good measurements of displacements, and correctly determining the period of 20 oscillations for each one of the applied masses obtained satisfactory results, which increased the level of significant learning to 100%.

Keywords: Meaningful learning, elastic constant of a spring, Hooke's law, simple harmonic movement, low-cost didactic resources.

Introducción.

La determinación de la constante elástica de un resorte es de mucha importancia en el estudio de la Física en los primeros semestres de la enseñanza de la Física, utilizando recursos didácticos de bajo costo realizados por el docente y los estudiantes, con el fin de alcanzar un aprendizaje significativo.

La falta de un laboratorio de ciencias básicas en la Espoch y particularmente en la Facultad de Informática, hace necesario que el docente busque estrategias para que el estudiante pueda comprender de mejor manera los conceptos previos de física que han adquirido en la Unidad de Nivelación y admisión impartidos en la Espoch, y en el Bachillerato.

Luego de realizar una prueba de diagnóstico a los estudiantes se pudo observar que aún la mayoría presenta deficiencias en los conocimientos básicos de física, por lo que los docentes debemos buscar herramientas didácticas que fortalezcan los conocimientos que poseen de una manera creativa, interactiva y dinámica fomentando la participación grupal para que los que más conocen sobre las bases de física ayuden a los que menos conocimientos tienen sobre esta importante materia básica, que es de mucha importancia en el estudio de cualquier carrera de ingeniería, una de estas herramientas es realizar y utilizar maquetas didácticas de bajo costo que permitirá obtener resultados cualitativos significativos como es saber: “Cómo determinar la constante elástica de un resorte” por métodos estáticos aplicando la “Ley de Hooke”, y por métodos dinámicos aplicando la teoría del movimiento armónico simple M.A.S.

En la Facultad de Informática y Electrónica de la carrera de Telecomunicaciones y Redes de la Espoch se imparte la cátedra de Física Newtoniana en el primer semestre en el período académico Abril-Agosto de 2018, y como primera experiencia con el uso del material didáctico previamente

elaborado por los estudiantes en grupos de 5, se llevó a cabo la práctica número 1 que consistió en la determinación de la constante elástica de un resorte utilizando dos métodos, el primero aplicando la teoría de la “Ley de Hooke”, y el segundo aplicando la teoría del “Movimiento Armónico Simple”.

Para llevar a cabo el docente realizó una práctica explicativa en los paralelos 1B y 1C indicando cómo realizar las prácticas utilizando la maqueta elaborada por el docente. En el primero B se realizó la experiencia en el aula de clases, y en el primero C se realizó en el laboratorio de electrónica. En ésta primera experiencia se utilizó en ambos paralelos una base, con un resorte, y masas, para la segunda experiencia se utilizó la base, el resorte, un cronómetro para medir el tiempo de 20 oscilaciones completas.

En la figura 1 se muestra el equipo utilizado tanto en el aula de clases como en el laboratorio.

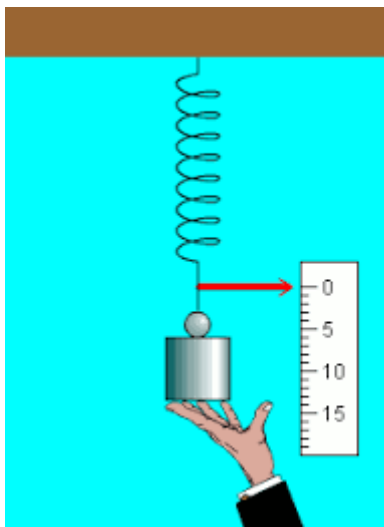


Figura 1.- Sistema masa-resorte

Para alcanzar el aprendizaje significativo en esta experiencia es necesario que el estudiante repase los conceptos básicos de lo que es masa, fuerza, desplazamiento, período, elasticidad, constante elástica del resorte, tiempo, conocer las unidades básicas del sistema internacional, etc.

De acuerdo con David Ausubel (1976), durante el aprendizaje significativo el aprendiz relaciona de manera sustancial la nueva información con sus conocimientos y experiencias previas. Se requiere disposición del aprendiz para aprender significativamente e intervención del docente en esa dirección, por otro lado, también importa la forma en que se plantean los materiales de estudio y las experiencias educativas. Si se logra el aprendizaje significativo, se trasciende la repetición memorística de contenidos inconexos y se logra construir significado, dar sentido a lo aprendido, y entender su ámbito de aplicación y relevancia en situaciones académicas y cotidianas [1].

La *masa* en física es un concepto que identifica a aquella magnitud de carácter físico que permite indicar la cantidad de materia contenida en un cuerpo, sus unidades en el sistema internacional es el kilogramo [2].

La *fuerza* es cualquier acción, esfuerzo o influencia que puede alterar el estado de movimiento o de reposo de cualquier cuerpo, su unidad en el sistema internacional es el Newton (N), [3].

El *desplazamiento* en física se utiliza para referirse al camino que recorre un objeto, teniendo en cuenta su punto de partida, su posición final y el tiempo en el que se desarrolló dicho trayecto, se mide en metros (m), [4].

El *período* en física en el estudio del movimiento armónico simple es el tiempo que tarda el objeto en dar una oscilación completa, se mide en segundos (s), [5].

Elasticidad en física es la propiedad de aquello o de aquel que es elástico, es decir que puede estirarse sin romperse y luego recuperar su forma [6].

Si el muelle se estira o se comprime una pequeña distancia x respecto de su estado de equilibrio (no deformado) la fuerza que hay que ejercer es proporcional a x . La *constante de proporcionalidad* k se denomina *constante elástica del muelle*. Esta expresión de la fuerza se conoce como ley de Hooke. Su unidad en el S.I. es el Newton/metro (N/m) [7].

El tiempo es una unidad del S.I. y se medirá en segundos (s). Para el experimento se utilizará el cronómetro de un celular que tiene apreciación de 1/100 de segundo, se utilizará para medir el tiempo que tarda en cada una de las masas en dar 20 oscilaciones, luego se encontrará el tiempo de una oscilación en segundos, y se elevará al cuadrado el período obteniéndose el período en (s^2).

La Física, al ser una disciplina científica, pretende manejar conceptos y algoritmos exactos para su estudio, por lo que alrededor de toda su historia se han manejado criterios con precisión, ya

sea en forma de ley o ecuación. Como acotan Linn & Butler (1993), la Física tradicional se convirtió en un grupo de conocimientos aislados, conformados por respuestas cortas y de opción múltiple, que permitían medir la retención de cuestiones tan triviales como el valor numérico del calor específico del aceite o el agua. Piaget dirá, entonces, que el conocimiento siempre atraviesa un proceso de construcción y, desde esta acepción, el conocimiento desde la Física no será la excepción de entrar en este camino, el de la construcción a partir de la exploración y el descubrimiento, factores a los que Moshman (1982) identificará como constructivismo endógeno. La enseñanza y el aprendizaje de la Física, en este caso, también ocuparían un espacio al ser parte del constructivismo por estar formulado desde el lenguaje. De tal manera que, así: [...] un modelo constructivista en la educación menciona: En cuanto al estudiante, cambios muy significativos en el desempeño de su papel, pasaría a ser dinámico, cuestionador, analista, investigador, responsable y consciente, ya que se convierte en el agente principal que actúa para alcanzar los conocimientos. (Redine, 2012, p. 54), con este antecedente, Bruner, es quien promoverá un modelo centrado en “el aprendizaje de la heurística de descubrir”, el mismo que trae consigo: “[...] un ejercicio por resolver problemas y un esfuerzo por descubrirlos” (1967, p. 121). De este modo, los cimientos principales del método heurístico se definen por: - “Asimilación y transferencia de estructuras conceptuales y procedimientos algorítmicos novedosos en un contexto de resolución de problemas. - Desarrollo de estrategias heurísticas. - Generación de estrategia positivas hacia las Matemáticas y la Física” (Cocinero, 2015, p. 14)...Los recursos didácticos son un sinnúmero de elementos que se usan para tratar de aumentar el interés del alumno y por ende mejorar su aprendizaje. Estos recursos pretenden ser un apoyo en la labor del docente y así lograr un aprendizaje significativo en el estudiante. Al tratar de definir lo que es un recurso didáctico, se encontraron varias definiciones, que cambian de acuerdo a la perspectiva del autor, pero todos ellos coinciden en que un recurso didáctico es cualquier material que se utilice en el proceso de aprendizaje, para tratar de facilitar y mejorar este proceso, (Moya, 2010) nos

señala que cuando hablamos de recursos didácticos en la enseñanza, estamos haciendo referencia a todos aquellos apoyos pedagógicos que refuerzan la actuación docente, optimizando el proceso de enseñanza-aprendizaje. En cambio (Reyes, 2017) sostiene que son un conjunto de elementos que facilitan la realización del proceso de enseñanza y aprendizaje, proporcionan experiencias sensoriales significativas acerca de un determinado conocimiento y contribuyen a que los estudiantes construyan un conocimiento determinado. Por otro lado (Herrera, 1998) llama recursos didácticos a todos los medios que llevan a los alumnos a motivarse, y ya dentro de este estado anímico, además le faciliten el proceso de aprendizaje en forma integral. Los recursos didácticos pretenden en todo momento realzar, ayudar, facilitar, mejorar, motivar, reforzar, construir; un proceso educativo acorde con las necesidades de los educandos. Por lo que no exento de estos grandes facilitadores del proceso educativo, esta propuesta propone recursos de bajo costo elaborado por los mismos estudiantes para facilitar el estudio ... [8] de la determinación de la constante elástica de un resorte a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y redes de la Espoch.

Los recursos didácticos facilitan el aprendizaje de los estudiantes, incluyendo medios de observación y experimentación, ahorran tiempo, incluyen imágenes vivas, centran el interés, la atención sobre lo que se desea enfatizar, motivan la clase, concretan e ilustran lo que se está exponiendo verbalmente, economizan esfuerzos para conducir a los alumnos a la comprensión de los hechos y conceptos. Para cumplir con su objetivo, la didáctica tiene que considerar seis elementos fundamentales: el alumno, los objetivos, el profesor, la materia, las técnicas de enseñanza y el medio geográfico económico, cultural y social, [8]

Metodología.

La práctica de la determinación de la constante elástica del resorte se realizará utilizando dos técnicas:

1.- Método estático-Ley de Hooke

2.- Método dinámico-Movimiento armónico simple M.A.S.

PRÁCTICA 1.- MÉTODO ESTÁTICO LEY DE HOOKE

La Ley de Hooke describe fenómenos elásticos como los que exhiben los resortes. Esta ley afirma que la deformación elástica que sufre un cuerpo es proporcional a la fuerza que produce tal deformación, siempre y cuando no se sobrepase el límite de elasticidad, éste estudio lo realizó Robert Hooke (1635-17039, estudió, entre otras cosas, el resorte. Su ley permite asociar una constante a cada resorte. En 1678 publica la ley conocida como Ley de Hooke: “La Fuerza que devuelve un resorte a su posición de equilibrio es proporcional al valor de la distancia que se desplaza de esa posición” [9].

$$F = K * \Delta X \quad \text{ec. (1)}$$

Donde:

F= fuerza aplicada al resorte (N)

K=Constante elástica del resorte

ΔX = variación de la longitud del resorte

La elasticidad es la propiedad de un material que le hace recuperar su tamaño y forma original después de ser comprimido o estirado por una fuerza externa. Cuando una fuerza externa

actúa sobre un material causa un esfuerzo o tensión en el interior del material que provoca la deformación del mismo [9].

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA:

Para realizar la práctica 1 se siguió el siguiente procedimiento:

- 1.- Los estudiantes elaboraron su propia maqueta utilizando materiales sencillos de bajo costo, construyendo una base de madera y consiguiendo un elemento elástico resorte del mismo que se desea establecer la constante elástica K desconocida, unas masas de igual medida y una regla.
- 2.- Colocar el resorte y marcar el nivel de referencia cero, este dato registrar en la tabla 1.
- 3.- Colgar la primera masa en gramos medidos previamente así como el medir el desplazamiento final y registrar en la tabla 1.
- 4.- Repetir el paso 3 con todas las masas y medir el desplazamiento final y registrar en la tabla 1.
- 5.- Con la ayuda del programa Excel graficar y establecer la línea de tendencia y el coeficiente de ajuste, ver figura 3.
- 6.- La pendiente de la recta nos indica directamente la constante del resorte que resultó ser de $K=94,9 \text{ N/m}$.

PRÁCTICA 1.- MÉTODO DINÁMICO

Utilizando el método dinámico el estudio se centra en el efecto dinámico que la masa del resorte tiene sobre las oscilaciones verticales del sistema, el cual está constituido por un resorte

uniforme de masa m y constante de elasticidad K , con una masa M sujeta en su extremo inferior.

En este caso el período T del sistema viene dado por la ecuación 2: [10]

$$T = 2 * \pi \sqrt{\frac{M+f*m}{K}} \quad (s) \quad \text{ec. (2)}$$

Donde:

T = período de oscilación (s)

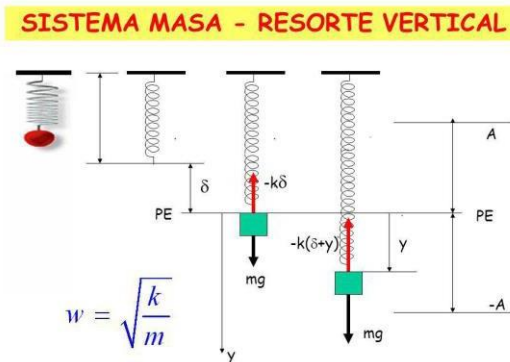
M =masa colgada (kg)

f = fracción de masa

m =masa del resorte (kg)

K = constante elástica del resorte (kg)

La ecuación (2) se obtiene aplicando la segunda ley de Newton a un sistema masa resorte:



Elevando al cuadrado la ecuación (2) se tiene:

$$T^2 = (4 * \frac{\pi^2}{K}) * M + 4 * \pi * f * K * \frac{m}{K}$$

Que representa una ecuación de primer grado del tipo: $y=ax+b$, donde el valor de

$4 * \frac{\pi^2}{K}$, representa el valor de la pendiente a .

Al graficar T^2 en función de la masa colgada M se pueden determinar fácilmente el valor de K , de la siguiente manera:

$$K = \frac{4 * \pi^2}{a} \quad (\text{N/m}).$$

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Para determinar la constante del resorte por el método dinámico se utilizó el siguiente procedimiento:

- 1.- Utilizando la misma maqueta se colgó una masa y se estiro el resorte y se observa que la masa oscila, esperando un tiempo que se estabilice y que el estudiante coja el ritmo de la oscilación se toma el tiempo que tarda la masa en dar 20 oscilaciones, este tiempo se registra en la tabla 2, junto con el dato de la masa.
- 2.- Se continúa la práctica colocando sucesivamente masas y se mide el período de oscilación de 20 oscilaciones completas.
- 3.- Utilizando una tabla de Excel se encuentra el período de una oscilación que es el período total dividido para 20 $T_{20}/20$, encontrando el período de una oscilación.
- 4.- En la misma tabla de Excel el período de una oscilación se eleva al cuadrado T^2
- 5.- Se gráfica con la opción del programa Excel de insertar gráfica, utilizando como variable independiente la masa M en Kg, y como variable dependiente el período elevado al

cuadrado, se linealiza, encontrando una constante que debe ser desglosada para encontrar el valor de K de la siguiente manera:

El valor de la pendiente de la recta linealizada de la figura 4 representa al valor de $4*\pi^2 /K=$ 0.4154, despejando el valor de K se obtiene:

$$K = \frac{4 * \pi^2}{0.4154} = 95,03 \text{ N/m}$$

Resultando el valor de la constante del resorte en $K=95,03 \text{ N/m}$, que es un valor muy similar al obtenido por el método estático de $K=94,9 \text{ N/m}$.

Además la realización de la práctica se realizó en dos ámbitos diferentes:

- 1.- Paralelo 1B en el Aula de clases
- 2.- Paralelo 1C en un laboratorio

Para determinar cómo influye el uso del material didáctico y el ámbito de ejecución, así como la didáctica utilizada por el docente que imparte la materia de Física Newtoniana se les realizó una encuesta basada en 10 preguntas de tipo cerrado, que responden a los objetivos que tiene el docente de conocer el grado de interés y comprensión de los estudiantes al utilizar recursos didácticos de bajo costo en el desarrollo de la asignatura de Física Newtoniana.

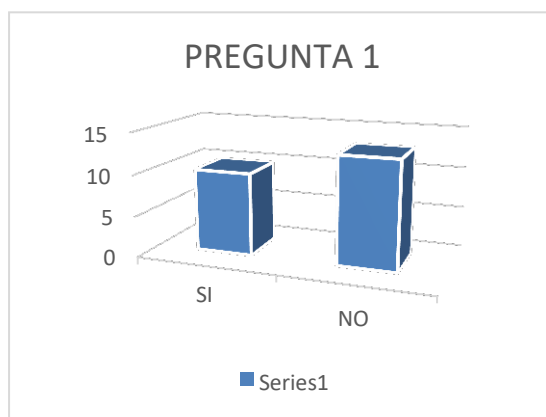
La población o muestra son los 79 estudiantes que cursan el primer semestre distribuidos en dos paralelos B y C. El paralelo 1B con 35 estudiantes y el paralelo 1C con 44 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes inscritos en el período abril-agosto 2018, quienes además vienen de un período de nivelación de conocimientos en la Unidad de Nivelación y Admisión de la ESPOCH del período octubre 2017-marzo 2018, aleatoriamente se les encuestó a 23

estudiantes que corresponde al 29% del total de estudiantes que viene a representar al 100% de los encuestados.

CUESTIONARIO Y ANÁLISIS

Pregunta 1. ¿Antes de tomar la asignatura de Física Newtoniana, tenía usted algún conocimiento sobre como determinar la constante elástica de un resorte?

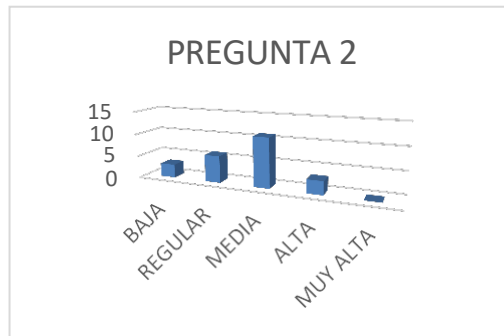
Gráfico 1. Pregunta 1



En relación a la pregunta 1, 10 estudiantes si tenían algún conocimiento de cómo determinar la constante elástica del resorte, mientras que 13 estudiantes que no tenían conocimientos previos.

Pregunta 2. En una escala de 1 a 5 ¿Qué nivel de comprensión considera usted que posee sobre la “Ley de Hooke”. Marque la respuesta siendo 5 la más alta y 1 la más baja.

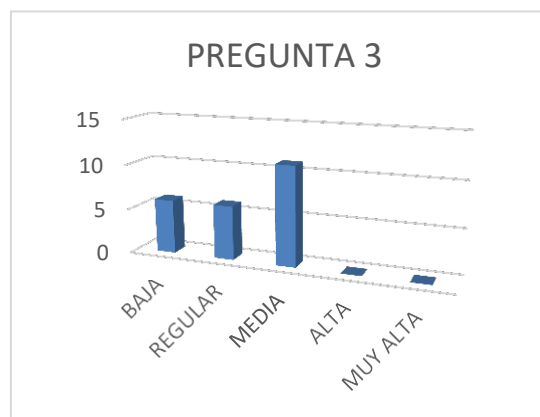
Gráfico 2. Pregunta 2



En relación a los resultados obtenidos en la pregunta 2 sobre la Ley de Hooke, 3 estudiantes tenían conocimientos bajos, 6 estudiantes tenían conocimientos medios, 9 estudiantes conocimientos medios, y 5 estudiantes tenían conocimientos altos.

Pregunta 3. En una escala de 1 a 5 ¿Qué nivel de conocimientos considera usted que posee sobre el “Movimiento Armónico simple M.A.S.”. Marque la respuesta siendo 5 la más alta y 1 la más baja.

Gráfico 3. Pregunta 3



En relación a los datos obtenidos en la pregunta 3 sobre los conocimientos sobre movimiento armónico simple, 6 estudiantes tenían conocimientos bajos, 6 estudiantes tenían conocimientos regulares, 11 estudiantes tenían conocimientos medios.

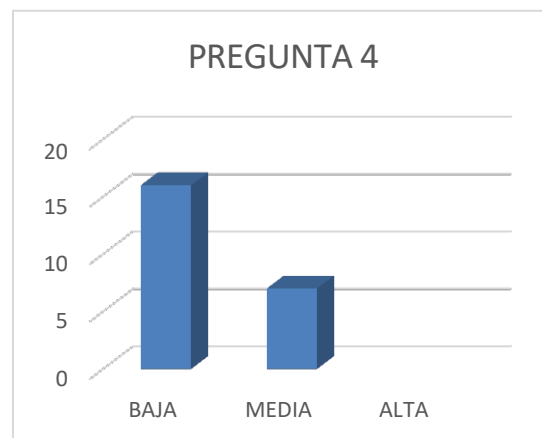
Pregunta 4. Con respecto a la elaboración del material didáctico solicitado tuvo el grupo alguna dificultad en realizarlo.

Marque 1: dificultad baja

Marque 2: dificultad media

Marque 3: dificultad alta

Gráfico 4. Pregunta 4



En relación a los resultados obtenidos en la pregunta 4 sobre la dificultad que encontraron los estudiantes en la elaboración de la maqueta didáctica, 16 estudiantes tuvieron baja dificultad, y 7 estudiantes tuvieron mediana dificultad.

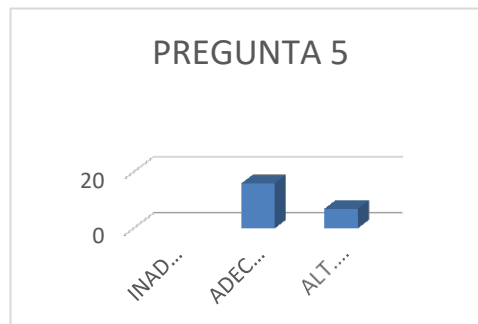
Pregunta 5. Con respecto a la ejecución de la práctica ¿Cómo califica usted el ámbito utilizado, referido a la realización de la práctica en el aula normal y a la realización de la práctica en el laboratorio?

Marque 1: Inadecuada

Marque 2: Medianamente adecuada

Marque 3: Altamente adecuada

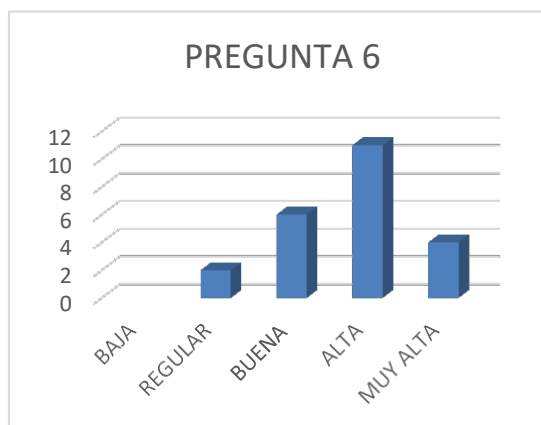
Gráfico 5. Pregunta 5



En relación a los resultados de la pregunta 5 con respecto al ámbito en donde se realizó la práctica, 16 estudiantes contestaron que el lugar es medianamente adecuado, mientras que 7 estudiantes contestaron que es altamente adecuado.

Pregunta 6. Según su criterio y con lo observado en la práctica 1, ¿Qué nivel de retención y retroalimentación generó el uso del material didáctico, para la comprensión del tema estudiado? Marque con 1 el nivel más bajo y 5 el nivel más alto de retención de conocimientos analizados en la práctica 1.

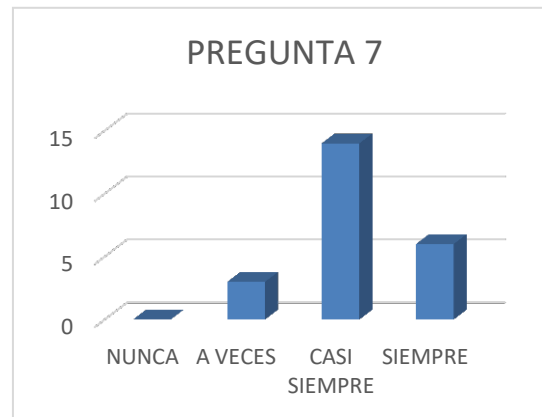
Gráfico 6. Pregunta 6



En relación a los resultados obtenidos en la pregunta 6 sobre el nivel de retención de conocimientos con el uso de la maqueta didáctica, 2 estudiantes contestaron baja retención, 6 estudiantes contestaron mediana retención, 11 estudiantes contestaron alta retención, y 4 estudiantes contestaron muy alta retención de conocimientos.

Pregunta 7. ¿La clase impartida por el docente de la asignatura de Física Newtoniana resultaron entendibles por usted? Nunca, a veces, casi siempre, siempre.

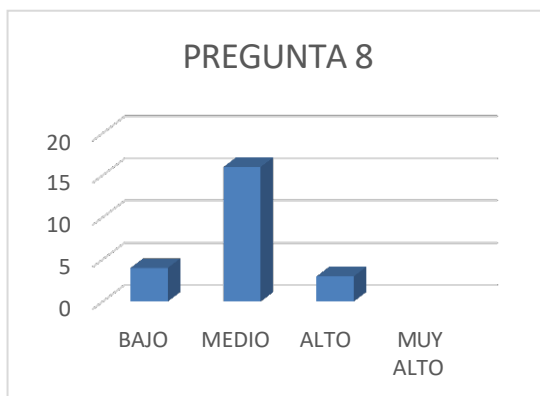
Gráfico 7. Pregunta 7



En relación a los resultados obtenidos en la pregunta 7 sobre el nivel de entendimiento de la clase de Física, 3 estudiantes contestaron que a veces, 14 estudiantes contestaron casi siempre, y 6 estudiantes contestaron siempre.

Pregunta 8. El docente encargado de la asignatura ¿elaboró su propio material didáctico de bajo costo para impartir la clase?

Gráfico 8. Pregunta 8

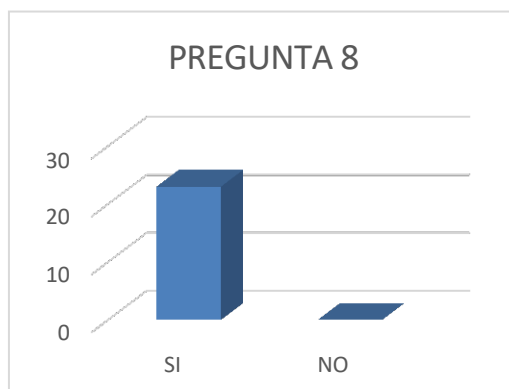


En relación a los resultados de la pregunta 8 sobre si el docente elaboró su propia maqueta para la práctica, el 100% de estudiantes 23 en total contestaron que sí.

Pregunta 9. ¿Cuál considera usted que es el nivel de complejidad que posee el estudio de la determinación de la constante elástica del resorte?

Bajo, medio, alto, muy alto.

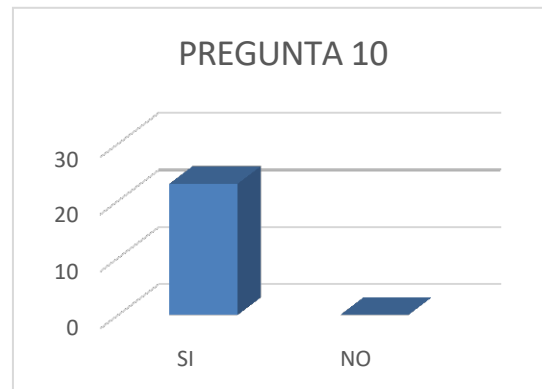
Gráfico 9. Pregunta 9



En relación a los resultados obtenidos en la pregunta 9 sobre el nivel de complejidad que posee el estudio de la determinación de la constante elástica de un resorte, 4 estudiantes contestaron que tiene baja complejidad, 16 estudiantes contestaron que tiene mediana complejidad, mientras que 3 estudiantes contestaron que tiene alta complejidad.

Pregunta 10. ¿Cree usted que mejoró la comprensión del tema al utilizar el material didáctico de bajo costo realizado por su grupo de trabajo?

Gráfico 10. Pregunta 10



En relación a los resultados obtenidos en la pregunta 10 sobre si mejoró la comprensión del tema al utilizar el material didáctico de bajo costo, el 100% contestó que fue muy útil porque permitió llegar al objetivo de determinar de manera práctica la constante elástica del resorte con la aplicación de los dos métodos utilizados en la práctica 1.

Resultados.

Por el método estático aplicando la “Ley de Hooke” se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la tabla 1.

TABLA 1. DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DEL RESORTE MÉTODO

ESTÁTICO				
REFERENCIA INICIAL (mm)	MASA COLGADA (GR)	POSICIÓN DESPUES DE ESTIRAR (mm)	ΔX (M)	FUERZA (N)
170	56	179	0.0090	0.549
170	103	185	0.0150	1.010
170	150	190	0.0200	1.472
170	197	195	0.0250	1.933
170	244	198	0.0280	2.394

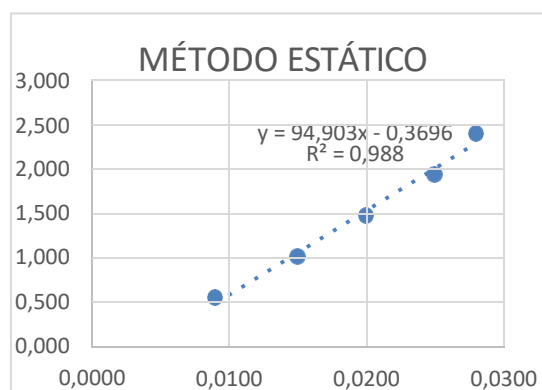


Figura 3. Linealización de la recta método estático.

El valor de la constante elástica del resorte es la pendiente de la recta linealizada, éste valor directo corresponde a la constante elástica del resorte resultando ser de $K=94,9 \text{ N/m}$.

Por el método dinámico aplicando el movimiento armónico simple se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 2. DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DEL RESORTE MÉTODO DINÁMICO M.A.S.

MASA DEL RESORTE	TIE MPO OSC. (S)	PERIODO UNA OSC (S)	MASA COLGADA (KG)	PERIODO AL CUADRADO (S ²)
0.001	4.1	0.205	0.122	0.042025

0.001	4.75	0.2375	0.169	0.0564062 5
0.001	5.55	0.2775	0.216	0.0770062 5
0.001	6.32	0.316	0.262	0.099856

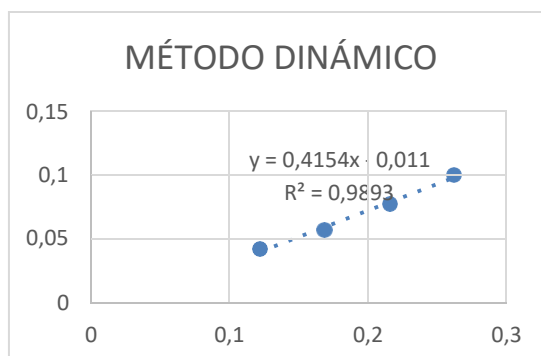


Figura 4. Linealización de la recta método dinámico.

La determinación de la constante elástica del resorte por el método dinámico no es directa como en el método estático por lo que es necesario determinar el valor de K desglosando el valor de la constante de la recta de la siguiente manera:

El valor de la pendiente de la recta linealizada de la figura 4 representa al valor de $4 \cdot \pi^2 / k = 0.4154$, despejando el valor de k se obtiene:

$$k = \frac{4 \cdot \pi^2}{0.4154} = 95,03 \text{ N/m}$$

Los resultados que se obtuvieron al realizar la práctica de la determinación de la constante elástica del resorte son casi similares al realizar la práctica por los dos métodos que nos permitió establecer el valor de la constante elástica del resorte en un valor de aproximadamente $K=95 \text{ N/m}$ demostrando de ésta manera la validez de los dos métodos utilizados en la práctica.

Referencias Bibliográficas:

- [1] Psicología y Mente, Aprendizaje significativo
- [2] Definición. De, Definición de masa
- [3] Definición. De, Definición de fuerza
- [4] Definición. De, Definición de desplazamiento
- [5] Definición. De, Definición de período
- [6] Definición. De, Definición de elasticidad
- [7] Medida de la constante elástica de un muelle,
www.sc.edu.es/sbweb/fisica/dinamica/trabajo/muelle/muelle.htm
- [8] Recursos didácticos para elasticidad, movimiento oscilatorio, ondas y acústica de la asignatura de oscilaciones y ondas, Fares Juan, León Pedro, Universidad de Cuenca, 2017
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28720/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- [9] "Las fuerza y su medición" Ley de Hooke, SANGER, Agustina Escuela de Enseñanza Media N° 221 "Malvinas Argentinas", Villa Eloisa, Santa Fe <http://www2.ib.edu.ar/becaib/bib2007/Sanger.pdf>
- [10] A. Arrieta, Masa efectiva para un sistema de muelle real, Revista Colombiana de Física, vol. 41, No. 2, Abril 2009. <https://es.scribd.com/document/239857619/4102517>