

**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas



**FIE**  
Facultad de  
Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y  
Sistemas Computacionales

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

Título: Diseño de una nueva Práctica de Laboratorio Virtual de Física I para el Plan E de la carrera de Ingeniería en Automática.

Autor: Rogelio Amaury Pérez Núñez.

Tutores: DrC. Marlen Pérez Díaz    M. Sc. Vladimir León Cordero

Santa Clara , octubre de 2020  
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

## **Pensamiento**

“Si algo es lo suficientemente importante, incluso si las posibilidades están en contra tuya igual deberías hacerlo.”  
Elon Musk

## **Dedicatoria**

A mis padres por su apoyo en todo momento, por sus consejos y paciencia durante toda mi vida. Su amor fue mi mayor fortaleza.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por su amor y apoyo incondicional, por soñar este momento junto a mí.

Al resto de mi familia por su constante preocupación y por ayudarme siempre.

A mi novia y su familia por sus consejos y apoyo.

A mis amigos por sus consejos durante toda la carrera.

A mis tutores por sus consejos, su ayuda, su paciencia y preocupación durante la realización de este trabajo.

A todos los que ayudaron a que llegara este momento .

## RESUMEN

El presente trabajo describe la utilización de un applet para el desarrollo de una Práctica de Laboratorio Virtual (PLV) de la asignatura Física I del Plan E de la Carrera de Ing. en Automática. Se diseña e implementa una Guía de Laboratorio, empleando un método constructivista a partir de situaciones problémicas, cuyo nivel es el típico de la asignatura. Así, para que el estudiante pueda resolver el problema, debe realizar experimentos simulados con el applet, sin seguir una receta de pasos. El objetivo de la PLV es ayudar en la sistematización de los contenidos de Física I, para poder mejorar los resultados docentes de los estudiantes y adquirir habilidades experimentales. El applet escogido fue el sistema masa-resorte por su importancia dentro de la Disciplina Física. Tanto el applet como la Guía son montados dentro de una Página Web existente para este fin, depositada sobre el servidor de la UCLV, a la cual los estudiantes pueden conectarse desde cualquier punto Wi-Fi o laboratorio de computadoras de la Universidad. Este trabajo es continuidad de trabajos previos en la misma línea y pertenecen a un Proyecto de Investigación sobre el uso de nuevos medios de enseñanza utilizando TIC.

**Palabras Clave:** Práctica de Laboratorio Virtual, applet, Guía de laboratorio.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	6
1.1. Las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TICs).....	6
1.1.2. Simulaciones en la Física: applets.....	10
1.2. Laboratorios virtuales. ....	11
1.2.1. Laboratorios virtuales en el mundo.....	13
1.2.2. Laboratorios virtuales en Cuba.....	13
1.3. Enseñanza de la Física en el sistema educacional cubano.....	17
1.4. Prácticas de laboratorio virtuales (PLV).....	18
1.4.1. Recursos informáticos para PLV en Física.....	19
1.5. Conclusiones del capítulo.....	20
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	22
2.1 Selección del tema de Física I a desarrollar en una PLV.....	22
2.2 Selección del simulador.....	23
2.3 Descripción del applet seleccionado.....	25
2.4 Elaboración de la guía de laboratorio.....	26
2.5. Edición del sitio web.....	27
2.6 WordPress.....	28
2.7 Wampserver.....	29
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	30
3.1 Introducción.....	30
3.2 Resultados académicos de la carrera en los últimos cinco cursos en Física I.....	30
3.3 Sitio web.....	32
3.4 PLV Masas y Resortes.....	33
3.5 Guía diseñada para la PLV.....	33

3.6 Análisis económico.....	44
3.7 Conclusiones del capítulo.....	45
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las telecomunicaciones han influido de gran manera en los procesos industriales, gubernamentales y administrativos. De la misma forma las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) han transformado el uso diario de dispositivos móviles, computadoras, tablets electrónicos entre otros, cambiando de esa forma el día a día de las personas, haciendo posible que se pueda compartir un gran flujo de información al tener seguimiento sobre bastantes actividades a la vez, sin importar las distancias y el tiempo según (Rojas, & Fagua, 2013).

La educación universitaria no es indiferente al avance tecnológico, el ámbito de la enseñanza está en constante cambio y la necesidad de estar presente en el aula no es el único método de aprendizaje. En el mundo actual se habla de educación a distancia utilizando las TICs, siendo un componente esencial en la virtualización de la formación académica, permitiendo que programas de especialización, maestrías y doctorados se valgan de diferentes recursos tecnológicos en telecomunicaciones para impartir conocimientos y no solo a nivel regional sino también internacional según (Sánchez, 2001) y (Dormido,2004).

En el año 1984 surge el concepto de “instrumento virtual” según afirma (Maurel,2014), el primer paso dirigido hacia los laboratorios virtuales es la aplicación de este concepto en diferentes áreas de laboratorios, se lanzaron diferentes propuestas para este tipo de laboratorios, resaltando la de la Universidad de Bucknell.

El término de “laboratorio virtual “aparece de manera explícita en al año 1992, se utilizó para describir la programación orientada a objetos, usada en el desarrollo de un laboratorio de simulación (Peñarrocha, 2003). En ese mismo año surge una de las primeras referencias a laboratorios en los cuales intervienen operadores a distancias, todo bajo la denominación de Laboratorio Distribuido, un microscopio electrónico de alto voltaje era el objeto a controlar desde la distancia (Torres, 2010).

Un estudio realizado por la Universidad de Vanderbilt en Estados Unidos, desarrolla un laboratorio virtual basado en simulación como apoyo a las prácticas tradicionales. Al término de este se llegó a la conclusión de la necesidad de esta herramienta para el aprendizaje de habilidades básicas en el manejo de equipos, optimizando así el tiempo de capacitación (Peñarrocha, 2003).

Alrededor del año 1998 el concepto de laboratorios virtuales es introducido en la educación con laboratorios de robótica inicialmente, con el aumento del ancho de banda y una expansión global de las TICs. Esto propició el uso de este tipo de laboratorios en diferentes campos y universidades, ejemplo de esto es en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Valladolid (España) según (Rojas, & Fagua, 2013).

Los programas universitarios actuales han modificado sus currículos tradicionales adaptándolos a las necesidades del momento, incluyendo la virtualización dentro de la no presencialidad en los métodos de aprendizaje, lo que permite el estudiante interactuar con los diferentes dispositivos de telecomunicaciones a través de plataformas informáticas, denominadas comúnmente como laboratorios o aulas virtuales según afirma (García, López de Ipiña, Hernández, & Trueba, 2008).

En nuestro país son varias las universidades que han ido adoptando este tipo de laboratorios para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes. En el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), profesores e investigadores del Proyecto de Investigación “Laboratorios virtuales para la enseñanza de las Ciencias Técnicas”, decidieron crear e implementar laboratorios virtuales relacionados con la carrera de Ingeniería Civil, ya que no contaban con ninguna instalación real para la realización de prácticas de laboratorios reales afirma (Hernández, 2013). En esta universidad también se han utilizado por varios años laboratorios virtuales como complemento de la asignatura de Física para sus estudiantes de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, en las áreas de Electromagnetismo y Física Cuántica, llegando a la conclusión de que basados en este único tipo de laboratorios simulados, existen limitaciones en la formación de los futuros ingenieros, por el hecho de que determinadas habilidades con la manipulación directa de instrumentos se dejarían de formar, pero que, utilizados los laboratorios virtuales como complementos, garantizan que diferentes procesos y fenómenos puedan ser mejor comprendidos por los estudiantes según (Hernández, 2013). La Facultad de Ciencias en la Universidad de Oriente por su parte, también ha trabajado con el programa Model ChemLab v2.0 para la implementación de simulaciones relacionadas con procesos químicos (Sanz, & Martínez, 2005).

La implementación de laboratorios virtuales suple en parte las necesidades del proceso enseñanza-aprendizaje de la Física en los estudiantes de las carreras técnicas. La dificultad que trae consigo la realización de laboratorios reales de Física, debido a la carencia de equipos

y materiales modernos necesarios para abordar los temas, puede ser remediada con simulaciones en computadora, aunque se pierda la habilidad de medir en condiciones reales. La no sistematización práctica de los contenidos teóricos que se imparten en la asignatura de Física causa que existan lagunas en la preparación de los estudiantes. Por esta razón es necesario que no se pierdan las horas del Plan de Estudio dedicadas al laboratorio, aunque este no se pueda hacer de forma real.

Debido a las dificultades que conlleva la realización de laboratorios reales y la carencia de estos en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la UCLV, se implementaron recientemente varias prácticas de laboratorios virtuales relacionadas con temas de las asignaturas de Física I (J.J Gámez et al., 2019) y Física II (A. Sardiñas et al., 2019) del Plan E. Se utilizaron applets desde la plataforma phet.com que posteriormente fueron implementados en dos páginas web y agrupados en estas dependiendo del contenido de la Física que tratan:

<http://fisica1.uclv.edu.cu/estructura-del-informe/>

<http://fisica2.uclv.edu.cu/contenidos/>

Por sus buenos diseños didácticos y alta aplicabilidad en las carreras de ciencias técnicas, estos laboratorios virtuales han tenido una gran aceptación por parte del claustro de profesores y los alumnos que los han desarrollado en el presente curso, pero aún resultan muy escasos, al no cubrir la totalidad de temas de ambas asignaturas. El presente trabajo da continuidad a esa tarea.

### **Justificación de la investigación:**

Ante la ausencia de laboratorios que posean los equipos, materiales e instrumentos necesarios para la realización de prácticas reales de la asignatura Física I, los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE) deben desplazarse hacia las facultades donde si están disponibles este tipo de laboratorio con las condiciones necesarias para llevarlos a cabo. Estos laboratorios están contruidos para grupos de pequeñas matriculas haciendo el proceso más complicado para los estudiantes y profesores de la FIE.

La implementación de laboratorios virtuales representa una opción más viable para la docencia de los estudiantes de la FIE, ya que estas simulaciones son muy ilustrativas y permite que un gran grupo de estudiantes acceda a los laboratorios virtuales de manera semipresencial incluso.

En la actualidad se encuentran implementados algunos temas de la asignatura Física I en laboratorios virtuales, con resultados positivos dentro de los estudiantes y profesores de la asignatura, pero la cantidad de PLV montadas aún resulta escasa en la asignatura.

**Objeto de investigación:**

Está enfocado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física I.

**Campo de investigación:**

Simulaciones tipo web, principalmente las applets, para laboratorios virtuales en la enseñanza de la Física I.

**Situación del problema:**

Existe un difícil acceso para los grupos de numerosos estudiantes de la FIE a los laboratorios reales distantes de la facultad. Por otra parte, la asignatura Física I ha presentado problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje para el logro de sus objetivos, presentando gran cantidad de estudiantes suspensos tradicionalmente. Una causa puede ser la no adecuada sistematización de la asignatura al faltarle la componente experimental. La implementación de laboratorios virtuales representa una posible solución al problema.

**Hipótesis:**

Al utilizar las simulaciones tipo web, mayormente tipo applets, se hace posible mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física I, mediante la implementación de laboratorios virtuales.

Para fundamentar dicha hipótesis se plantea el siguiente **objetivo general:**

Implementar una nueva PLV para la asignatura Física I de la Carrera de Ing. en Automática.

Para lograr el objetivo general se plantean los siguientes **objetivos específicos:**

- Seleccionar un Tema de Física I para implementar una nueva PLV para la carrera de ingeniería automática.
- Seleccionar un applet para el montaje de una PLV en el tema escogido.
- Diseñar una guía de laboratorio para la ejecución de la PLV a partir de situaciones problemáticas.
- Montar la PLV sobre una página web.

- Desarrollar la PLV para verificar su eficacia para cumplimentar los objetivos de la asignatura.

La tesis consta de Introducción, tres Capítulos, Conclusiones y Recomendaciones. Se incluyen 7 tablas, 14 figuras y 56 referencias bibliográficas, así como un anexo.

# **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

## **1.1. Las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TICs).**

Para los estudiantes universitarios la enseñanza de la Física representa un duro desafío, al tener en cuenta el déficit de conocimientos precedentes, la complejidad de la asignatura y las motivaciones individuales de los alumnos. La necesidad de poner en práctica nuevos métodos de enseñanza para impartir esta materia en el nivel universitario es un interés de los profesores que la imparten, que tienen como objetivo mejorar la preparación de los estudiantes. Siendo uno de los cambios más importante a realizar la implementación de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que es necesario que la educación se quede separada de los cambios tecnológicos, sino que se adapte a estos (M. L. García y Ortega, 2007).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TICs) son un grupo de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas de hardware y software, canales de comunicación y soportes de la información, relacionada con el procesamiento, almacenamiento y transmisión digital de la información de forma rápida y en grandes cantidades. Estas tecnologías poseen rasgos distintivos que hacen referencia a la inmaterialidad, instantaneidad, versatilidad, innovación, altos estándares de calidad de imagen y sonido, así como digitalización y una mayor influencia sobre los procesos que sobre los productos, interconexión y automatización (Ferro, Martínez y Otero, 2009).

La creación de nuevos entornos expresivos y comunicativos ha sido posible gracias a la innovación tecnológica en materia de las TICs, abriendo así posibilidades de desarrollo de nuevas experiencias formativas, educativas y expresivas, lo que trae consigo la posibilidad de realización de actividades que eran inviables en el pasado. Ahora a las tradicionales modalidades de enseñanza presencial y por encuentros, se le añade la enseñanza en línea, que mediante el uso de las TICs permite la interconexión de profesores y alumnos (Ferro, Martínez y Otero, 2009). Esta nueva forma de educación en línea (Santángelo, 2003) posibilita la utilización de diferentes métodos como lo son:

- ✓ El alumno en solitario: apoyándose en la relación cliente/servidor o en técnicas de recuperación de la información.

- ✓ Dos personas: se establece una comunicación entre dos personas (profesor-alumno o alumno-alumno).
- ✓ Una persona se comunica con muchas otras: basado en los servidores de listas o sistemas de conferencia, así como el correo electrónico.
- ✓ Muchas personas interconectadas: caracterizada porque todos tienen la oportunidad de participar en la interacción.

Cada vez los usos de estas tecnologías se van haciendo más accesibles, fiables y rápidos. Esto se debe a la mejora en hardware y de la tecnología de la transmisión, así como a las mejoras en software, que traen consigo diseños más amigables y que ofertan más actividades. De esta forma, se posibilita la transmisión de datos, imágenes y videos (Ferro, Martínez y Otero, 2009).

Las TICs eliminaron las limitaciones en las ofertas de la educación tradicional que se limitaban a un entorno cercano, posibilitando la elección de cursos y propuestas de formación en centros educativos lejanos. Esto ha causado un aumento en la capacidad de decisión de los alumnos sobre su proceso de aprendizaje, ya que pueden contar con mayores posibilidades al momento de elegir y desarrollar su currículo, siendo así una formación flexible que se basa en el principio de la educación centrada en el estudiante y no en el docente (Cañellas, 2006). Las TICs presentan unas características particulares que causan que su uso en la educación llegue a ser productivo, ya que mejoran la actitud de los alumnos hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje e incluso mejoran la actividad docente de los profesores (Pontes, Martínez, y Climent, 2001). Es necesario entender estas características con el objetivo de entender cómo pueden llegar a integrarse y encajar en el modelo educativo del momento, siendo necesario conocerlas antes de pensar en usarlas debido a que modifican el entorno (Acosta y Rivero, 2012).

Las principales ventajas de las TICs planteadas por la autora (Lorenzo-Rivadulla, 2013) son:

- ✓ La interactividad, esta característica es la que la diferencia a las TICs de otros medios de comunicación unidireccionales, que prohíben al receptor convertirse en emisor.
- ✓ Hacen posible un acceso eficaz y rápido a la información, brindándola en formas más atractivas como es la realidad aumentada o formato multimedia, haciendo posible interactuar con ella activamente, así como compartirla y distribuirla.
- ✓ La posibilidad de enriquecer los entornos de aprendizaje y estimular las diferentes tareas hacen que las TICs adquieran un valor añadido.

- ✓ La posibilidad de tener al alcance una gran cantidad de información actualizada de manera instantánea.
- ✓ Sin embargo, presentan las siguientes desventajas:
- ✓ El alumno deja de medir y experimentar de forma real, desde el punto de vista ingenieril.

Entre los aportes más significativos de las TICs a los procesos de formación académica está la total eliminación de las barreras espacio-temporales, característica condicionada por los métodos tradicionales de enseñanza presencial.

Las TIC han posibilitado ampliar la oferta educativa para los estudiantes al posibilitar que se les ofrezca nuevos modelos de enseñanza. Existen plataformas educativas, como el Moodle, que ofrecen una serie flexible de actividades para los diferentes cursos, permitiendo la presentación de un importante número de contenidos digitales en Power Point, Excel, Flash, Word, videos etc. (Candelas y Sánchez, 2005).

De acuerdo con (Hernández, 2013), las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, se pueden utilizar como:

- ✓ Elemento innovador para resolver determinados problemas sobre un contenido o área de conocimientos, utilizando la realización de trabajos o tareas investigativas de un estudiante, profesor o grupos de estos. Es necesario aportar materiales impresos y/o electrónicos que podrán ser usados por otros estudiantes.
- ✓ Medio de comunicación e información para profundizar en los contenidos, donde lo mismo el profesor que el estudiante pueden buscar datos utilizando la computadora para su propia preparación, propiciando un aumento de su desarrollo personal y su cultura general integral.
- ✓ Herramienta de trabajo: con el objetivo de hacer más eficiente el trabajo diario de los estudiantes y profesores, así como apoyarlo.
- ✓ Fomentar el desarrollo de la evaluación formativa en lo cual no han tenido los resultados positivos necesarios debido a la falta de acciones.
- ✓ Recurso didáctico para apoyar la gestión del profesor durante el desarrollo de las clases, facilitando la presentación de determinada información, simular determinado proceso o fenómeno, evaluación de determinados temas y profundización de contenido. En este proceso la computadora representa un elemento mediador e integrador.

### 1.1.1. Simulaciones.

La simulación (Alfonso, 2004) la define como un programa, que, persiguiendo fines docentes e investigativos, trata de recrear un fenómeno natural por medio de la visualización de los diferentes estados que dicho fenómeno puede o no presentar, todo esto permitiendo variar algunas variables generalmente.

Con la globalización y utilización de las TICs llegan los simuladores con fines educativos. Estos poseen grandes potencialidades didácticas y educativas debido a la posibilidad de realizar, mediante la observación y manipulación de sus estructuras, un aprendizaje basado en la deducción e intuición, de tal forma que a los estudiantes les sea posible explorar los elementos del modelo y la flexibilidad de poder tomar decisiones. De esta forma es posible adquirir experiencia de situaciones, que, en un entorno real, les serían difíciles de acceder (Sanz y Martínez, 2005).

Las simulaciones brindan una muestra dinámica del funcionamiento de determinados sistemas o procesos, adquiriendo así una relevante importancia en la enseñanza de todas las ciencias en general, ya que, al exponer el progreso del sistema representado, es posible visualizar la interacción entre los diversos elementos que lo integran y las consecuencias de dichas interacciones (Andaloro, Donzelli y Sperandeo-Mineo, 1991).

Los simuladores también pueden ser definidos como entrenadores. Un gran número de estudiantes poseen los conceptos, pero necesitan desarrollar una habilidad determinada, o al menos contribuir a ello, ya sea manual, motora o intelectualmente, al profundizar en la aplicación y retroalimentación, que son las fases finales del aprendizaje (Peña, 2013).

La utilización de las simulaciones representa un avance importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que determinadas situaciones, que, por motivos de tipo económico, e incluso físico, no son posibles de ser estudiadas por los alumnos en un laboratorio tradicional, la simulación permite el diseño de situaciones complejas e ideales, aumentando así el alcance de las mediciones. Estudiar fenómenos físicos como los movimientos sin fricción, o la aceleración o desaceleración de un cuerpo en el tiempo, el comportamiento de campos magnéticos o estructuras atómicas, son algunos ejemplos de esto (Ávila, Elías, Camargo y García, 2006).

Según (Amaya, 2009) es conveniente usar simulaciones cuando:

- ✓ Los sistemas evolucionan muy rápido: al ejecutarse a altas velocidades es muy difícil el estudio en la realidad, razón por la cual los simuladores permiten la reproducción de forma lenta, posibilitando su observación y posterior análisis.

- ✓ Los sistemas evolucionan muy lento: este tipo de simulaciones se ejecutan cuando el sistema o proceso bajo estudio presenta una dinámica muy lenta, y es necesario su estudio en un período corto de tiempo.
- ✓ Experimentos imposibles de llevar a cabo desde el punto de vista económico, seguridad, calidad o ética: el proceso exige por sus características, un entorno donde se puedan alterar sus variables sin que exista ningún peligro y ante la inviabilidad de experimentar de forma real algunos fenómenos.
- ✓ Algunas de las ventajas que ofrecen estas simulaciones al ser incorporadas según (Ortega-Zarzosa, Medellín-Anaya, & Martínez, 2010) son:
- ✓ El estudiante posee manejo y acceso de software como procesador de palabras y hoja de cálculos, resultándoles útiles en su formación académica.
- ✓ El alumno tiene la posibilidad de variar datos, construir e interpretar gráficos, así como desarrollar y discutir conclusiones.
- ✓ El alumno puede alterar parámetros y realizar la simulación específica en tiempos pequeños.

### **1.1.2. Simulaciones en la Física: applets.**

Los applets son un componente de una aplicación que se añade a una página o sitio web, brindando así nuevas funciones que no son posibles de obtener usando HTML. Con estos se consigue mostrar gráficos muy didácticos e interactivos, así como mostrar figuras que posean audio. Se pueden ejecutar en cualquier plataforma como navegadores web y existen muchos gratuitos en internet (Rodríguez & Llovera, 2012).

Debido a sus características y potencialidades, el uso de estos en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Física, son una ventaja para facilitar el estudio y observación de fenómenos y la ejecución de demostraciones (Arguedas & Bejarano, 2015). Los applets vinculados al campo de la Física se le conoce como fislet o physlet, resultado de la unión de applet y physics (Christian, 2001).

Algunos de estos fislet son creados para que se pueda observar y describir determinados fenómenos, y otros de mayor complejidad, permiten variar los valores de algunas variables, las magnitudes o rangos de medición. Estos no solo son herramientas de motivación, aunque en su implementación es más esencial el punto de vista didáctico que el tecnológico. Por esto es importante la confección de guías o tutoriales para su uso, en las cuales la interacción con el fislet condicione las respuestas requeridas por la misma (A. B. García & Bolívar, 2008).

Algunas de las características de estos según (Bohigas, Jaén, & Novell, 2003) son:

- ✓ En su gran mayoría el profesor puede acomodarlos de acuerdo con sus necesidades.
- ✓ Se encuentran libres de costo en internet.
- ✓ Son software de pequeño tamaño generalmente.
- ✓ Presentan un gran nivel de interactividad.
- ✓ Están diseñados para ser incorporados y utilizados sobre una página web.

Según (Hernández, 2013) con la utilización de los fislets en el estudio de la Física, el alumno puede desarrollar habilidades necesarias como: la resolución del problema, la abstracción y comprensión del fenómeno. También puede lograr habilidades más generales como la capacidad de síntesis y análisis, aplicación de los conocimientos teóricos en la práctica, toma de decisiones, investigación, trabajo en equipo y la motivación por el conocimiento.

## **1.2. Laboratorios virtuales.**

El laboratorio virtual es un sistema informático que tiene como objetivo simular el entorno de un laboratorio real. Por medio de simulaciones interactivas, es posible efectuar las prácticas de laboratorio, logrando habilidades necesarias y comprensión de conceptos básicos. Se puede, además, investigar, realizar actividades, observar, efectuar mediciones, arribar a resultados, así como realizar su análisis e intercambio (Cabrera y Sánchez, 2016).

Estos laboratorios son desarrollados para ser accesibles mediante la internet con cualquier navegador. Posibilita simular un laboratorio real siguiendo un procedimiento muy parecido al que se sigue en un laboratorio real, permitiendo la visualización de instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos, programados mediante applets de Java, Flash, JavaScript, etc., que incluyen animaciones e imágenes. Al utilizar aplicaciones ejecutadas vía internet o intranet, se pueden obtener resultados factibles (Lorandi, Hermidia, Hernández, & Ladrón, 2011).

Un laboratorio virtual presenta las siguientes ventajas frente a un laboratorio convencional:

- Permite a un número mayor de estudiantes realizar experimentos de manera asíncrona, sin importar que no coincidan en espacio.
- Acerca al estudiante a los laboratorios, mediante el uso de un simple navegador. Este puede experimentar sin riesgos, y, además, en un horario completamente flexible, evitando así el problema de solapamiento con los horarios de otras clases y actividades educativas.

- Reduce drásticamente el costo de instalación y mantenimiento de un laboratorio, siendo una alternativa eficiente y económica, a tomar en cuenta, frente a cualquier laboratorio real.
- Brinda un ambiente propicio para el autoaprendizaje, donde el estudiante tiene plena libertad de modificar las variables de entrada y configuración del sistema bajo análisis, además de aprender el uso y manejo de instrumentos, ofreciendo casi una completa personalización del experimento.
- A diferencia de lo que puede aportar a un laboratorio real un Centro de Cómputo, en donde se tengan instaladas aplicaciones de simulación, un laboratorio virtual puede incrementar la diversidad didáctica, complementando con multimedia las metodologías convencionales.
- El estudiante puede asistir al laboratorio en cualquier momento, haciendo o usando las áreas que sea más significativas para él, y recibir además la asesoría de sus profesores en los aspectos que su autoaprendizaje requiera.
- Este tipo de laboratorio también presenta desventajas respecto a un laboratorio convencional:
- No puede sustituir del todo la experiencia práctica altamente enriquecedora del laboratorio real. Hay situaciones y prácticas que solo pueden realizarse en un equipo físico de laboratorio o prototipo educativo. No obstante, un laboratorio virtual puede ser una herramienta complementaria valiosa, en experiencias educativas como, por ejemplo: teoría de circuitos, sistemas de control, dinámica de fluidos, etc.
- En los laboratorios virtuales, como en cualquier sistema de enseñanza-aprendizaje a distancia, se corre el riesgo de que el estudiante se comporte como un simple espectador, por lo que el diseño estructural de las experiencias educativas, debe contemplar que las actividades en el laboratorio virtual vengán acompañadas de un tutorial, guía o manual de prácticas, así como de un proceso de evaluación, que garantice que los objetivos de la práctica se cumplan.
- Las actividades a realizar en un laboratorio virtual, deben ser perfectamente planeadas con actividades ordenadas y progresivas, para que el estudiante alcance las competencias que la asignatura requiere.
- No todas las instituciones educativas cuentan con un área de desarrollo de software de apoyo académico, que den soporte al diseño e instalación de laboratorio virtual.

Los programas universitarios actuales han modificado sus currículos tradicionales, adaptándolos a las necesidades del momento, incluyendo la virtualización dentro de la no presencialidad, en los métodos de aprendizaje según afirma (García, López de Lapiña, Hernández, & Trueba, 2008), siendo los laboratorios virtuales parte fundamental de estos cambios.

### **1.2.1. Laboratorios virtuales en el mundo.**

Ejemplos de la utilización en el mundo de los laboratorios virtuales son:

- ✓ Utilización de un laboratorio de robótica basado en b-learnig que alternaba la simulación con la práctica, fue presentado por (Jara, Candelas, Puente, & Torres, 2011).
- ✓ En el área relacionada con el control de procesos (Fabregas, Farias, Dormido- Canto, Dormido, & Esquembre, 2011) desarrollaron un laboratorio remoto, que por medio de herramientas virtuales, apoyaba el proceso de aprendizaje de esta área de la ingeniería, permitiendo el control de una planta real como actividad complementaria.
- ✓ (Fiad y Galarza, 2015) implementaron un laboratorio virtual en la universidad nacional de Catamarca en Argentina, con el objetivo de mejorar el aprendizaje sobre cantidades atómico-moleculares, identificando el concepto de mol.
- ✓ En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Valladolid (España) según (Rojas, & Fagua, 2013) se utilizan diversos laboratorios de este tipo como complemento de las materias que se imparten.

### **1.2.2. Laboratorios virtuales en Cuba.**

En nuestro país son varias las universidades que han ido adoptando este tipo de laboratorios para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes.

En el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), profesores e investigadores del Proyecto de Investigación “Laboratorios virtuales para la enseñanza de las Ciencias Técnicas”, decidieron crear e implementar laboratorios virtuales relacionados con la carrera de Ingeniería Civil, ya que no contaban con ninguna instalación real para la realización de prácticas de laboratorios reales afirma (Sanz, & Martínez, 2005). En esta universidad también se han utilizado por varios años laboratorios virtuales como complemento de la asignatura de Física para sus estudiantes de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, en las áreas de Electromagnetismo y Física Cuántica, llegando a la conclusión

de que basados en este único tipo de laboratorios simulados, existen limitaciones en la formación de los futuros ingenieros, por el hecho de que determinadas habilidades con la manipulación directa de instrumentos se dejan de formar, pero que, utilizados los laboratorios virtuales como complemento, garantizan que diferentes procesos y fenómenos puedan ser mejor comprendidos por los estudiantes según.

La Facultad de Ciencias en la Universidad de Oriente por su parte, también ha trabajado con el programa Model ChemLab v2.0 para la implementación de simulaciones relacionadas con procesos químicos (Sanz, & Martínez, 2005).

La Facultad de Física de la Universidad de la Habana introdujo en 1987 la automatización de las prácticas de laboratorios de electrónica, con el objetivo de procesar datos provenientes de otros laboratorios como los de Óptica y Mecánica. En la actualidad se simulan procesos relacionados con Electrónica (Sanz & Martínez, 2005).

En el año 1995 se inició el desarrollo de laboratorios virtuales en el Instituto Superior de Ciencias y Tecnologías Nucleares de la Habana, para la Física, utilizando el lenguaje Visual Basic.

Al dirigir al estudiantado hacia un ambiente virtual se favorece el estudio independiente y el consecutivo aprendizaje autónomo. La personalización individual de los objetos de estudio trae como resultado un variado número de resultados, que es causado por el hecho de que cada alumno puede utilizar diversos valores en las variables propias de los procesos, lo cual da lugar a una experiencia mucho más enriquecedora que un laboratorio convencional, en el cual es más rígido el procedimiento (Infante, 2004).

Para la realización de laboratorios virtuales se han utilizado las siguientes herramientas virtuales (tabla 1.1).

Tabla 1.1. Herramientas virtuales.

Programa	Contenido	URL
Física con ordenador	Experimentos de ingeniería y ciencias	<a href="http://www.sc.ahu.es/sbweb/fisica">http://www.sc.ahu.es/sbweb/fisica</a>
Chemcollective	Simulaciones de fisicoquímica y química	<a href="http://www.chemcollective.org/vlabs">http://www.chemcollective.org/vlabs</a>
Virtula Laboratory	Laboratorios virtuales de física e ingeniería	<a href="http://www.jhu.edu/virtlab/virtlab.html">http://www.jhu.edu/virtlab/virtlab.html</a>
Chemistry experiments and exercises	Laboratorios virtuales de fisicoquímica y química	<a href="http://www.chem.queensu.ca/people/faculty/mombourquette/firstyrchem/Applets/index.html">http://www.chem.queensu.ca/people/faculty/mombourquette/firstyrchem/Applets/index.html</a>

En la Universidad Central de Las Villas (UCLV), en la década del 90 del siglo XX, se desarrollaron laboratorios virtuales de Física, donde se abordaron varios temas de la asignatura, como Mecánica, Oscilaciones, Gases y algunos otros. Para estas prácticas se desarrolló un sitio web con una página principal donde se encontraban los temas a tratar (Figura 1.1).



Figura 1.1. Página principal del sitio web Laboratorio Virtual de Física.

En formato digital se podía obtener algunos materiales como un guía de uso donde explicaba lo relacionado con el sitio y las prácticas, brindaba la estructura de los informes que los estudiantes debían confeccionar, así como bibliografía confeccionada por profesores de la UCLV y colaboraciones. Estos laboratorios fueron abandonados tras cambiarse los códigos de Java, de modo que su utilización en la actualidad no es posible.

El pasado curso, la Facultad de Ing. Eléctrica, se montaron 10 PLV para la Disciplina Física, cinco para la Física I y cinco para la Física II. Se utilizó también el Java y se montaron sobre páginas Web, disponibles en:

<http://fisica1.uclv.edu.cu/estructura-del-informe/>

<http://fisica2.uclv.edu.cu/contenidos/>

Las PLV montadas fueron:

1. Conservación de la energía mecánica
2. Leyes de las propiedades de los gases
3. Leyes de Newton
4. Movimiento Armónico Simple
5. Lanzamiento de proyectiles
6. Ley de Coulomb
7. Campo eléctrico
8. Condensadores
9. Ley de Ohm y Puillet
10. Leyes de Kirchoff

Se elaboraron las Guías de Laboratorio, siguiendo la premisa de crear situaciones problémicas, al nivel de las preguntas de examen de ambas asignaturas, a partir de los experimentos que se podían desarrollar con cada applet. Se utilizaron applets de la Universidad de Colorado, libres y gratuitos en internet <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>

Las PLV están diseñadas para ser ejecutado por el estudiante en el lugar y la hora que mejor estime, basta conectarse con un dispositivo inteligente (PC, laptop o teléfono) a la red Wi-Fi. De cada PL, cada estudiante individualmente debe elaborar un informe, para discutir con su profesor el día en que se le ubica cada turno correspondiente de laboratorio en su P4. Como las preguntas se redactan en forma de problemas (de nivel semejante al examen), cada estudiante puede hacer su propio experimento, con su juego personal de datos y arribar a

conclusiones propias. Para resolver los problemas, el estudiante deberá experimentar utilizando el applet de cada PLV.

### **1.3. Enseñanza de la Física en el sistema educacional cubano.**

La Ley de Reforma Universitaria del 10 de enero de 1962 fue el primer paso de la Revolución Cubana en aras de la re-estructuración de toda la política educacional del país. En dicha ley se deja claro la imperante necesidad de la unión entre sociedad y universidad. Se comenzó entonces el mejoramiento de la educación superior y dentro de esta el perfeccionamiento de la Física. Este proceso se extiende hasta nuestros días y mantiene como objetivo la formación de profesionales integrales según (Herrera, 2008).

Hasta este momento se han implementado varios planes educacionales con el objetivo de cumplir con las necesidades y situaciones históricas de nuestro país, siendo estos:

- Planes A (1977-1978 hasta 1981-1982)
- Planes B. (1982-1983 hasta 1990-1991)
- Planes C. (1991-1992 hasta 2002-2003)
- Planes D. (2003-2004 hasta 2016-2017)
- Planes E. (2017-2018 hasta el presente)

En un inicio se utilizaban textos de Física de los años 70 del siglo XX, como Física General, Tomos 1 y 2, escritos por A. Timoreva y S. Frish. Aunque la evaluación general estaba sujeta a un exigente examen, no existía diferenciación entre especialidades. Este problema fue eliminado con la entrada en vigor del Plan B. En los planes posteriores C y D, la dirección de la disciplina fue hacia un perfeccionamiento y vinculación con las carreras de ciencias técnicas y una constante actualización de contenidos a los tiempos modernos, integrando las TIC en dicho proceso según (Hernández, 2013).

La creación de un Plan de estudios E fue necesaria para paliar las carencias del Plan D. Este nuevo Plan tiene como premisas la necesidad de la esencialidad de los conocimientos necesarios, las habilidades que deben desarrollar los estudiantes y la formación de competencias de perfil amplio.

Con la necesidad del país de profesionales de perfiles técnicos se reducen las carreras, como la de Ingeniería en Automática, a cuatro años. Esto provoca una reducción en las horas presenciales de los alumnos, enfocadas hacia los núcleos teóricos fundamentales del conocimiento (esencialidad) y por tanto entra a jugar un papel determinante el estudio independiente. Por otra parte, se mantiene la necesidad de aumentar la calidad del proceso

de enseñanza-aprendizaje y mantener el perfeccionamiento sin pausa en la educación superior. Se hace necesaria la formación de un ingeniero en Ingeniería Automática que sea capaz de solucionar problemas técnicos en su esfera de trabajo, los cuales cada vez están más vinculados a las nuevas tecnologías. La utilización de plataformas digitales como Moodle, videos y software educativos, así como una base bibliográfica moderna y la revisión de una extensa bibliografía digital son herramientas modernas que se utilizan en el actual Plan para para estar a tono con los tiempos modernos.

Las TICs han causado un cambio sustancial en la actualidad, aportando nuevas y funcionales herramientas con las que es posible la creación de diversos métodos educativos modernos que apoyan la formación de un egresado competente. Según (Hernández, 2013) no pocos investigadores han destacado que es alternativa una útil para paliar los problemas de la enseñanza impartida de manera tradicional.

En la UCLV, el programa de Física I para los estudiantes de Ingeniería Automática consta de 80 horas distribuidas entre conferencias, prácticas de laboratorios, seminarios, clases prácticas y evaluaciones. Los contenidos son: Cinemática, Dinámica de la traslación y la rotación de partículas y cuerpos, Trabajo y conservación de la energía, Dinámica de fluidos, Oscilaciones mecánicas, Teoría cinético molecular y Termodinámica.

Los temas subrayados no cuentan hasta el presente de ninguna PL, y el resto tiene cada uno 1 PLV implementada en activo en la Carrera de Ingeniería en Automática.

#### **1.4. Prácticas de laboratorio virtuales (PLV).**

(Alejandro, 2004) afirma que las prácticas de laboratorio virtuales (PLV) representan una herramienta que complementa la preparación del estudiante, ya que posibilita desarrollar habilidades en el ámbito experimental, así como el manejo de datos en redes.

Para el desarrollo de una correcta PLV es necesario tener claros los objetivos que se persiguen, el tiempo disponible para su desarrollo y los contenidos que incluye. Para garantizar la utilidad de las PLV, se requiere de una guía para el correcto desarrollo del experimento (Amaya, 2009).

(Ballesteros, 2003) brinda elementos necesarios para el correcto desarrollo de las PLV. Las mismas deben tener bien definidos los siguientes elementos:

1. Título
2. Objetivos.
3. Tiempo estimado de desarrollo.

4. Modalidad.
5. Bibliografía.
6. Requisitos previos.
7. Materiales.
8. Introducción teórica.
9. Procedimiento.
10. Requisitos para el informe de la práctica de laboratorio.

#### **1.4.1. Recursos informáticos para PLV en Física.**

El recurso informático para el desarrollo de la PLV posee una serie de criterios y características según (Herrera, 2008) y que son mostradas a continuación:

En la utilización de recursos informáticos como determinados softwares educativos, que tengan como objetivo la simulación de determinados equipos de medición o control, es necesario que se aprecien las dimensiones de estos, así como sus características y funcionamiento.

La expresividad y objetividad en la manifestación del fenómeno físico que es objeto de estudio debe ser cuidadosamente velado, con el fin de que los estudiantes comprendan lo que hay que hacer.

La simulación de todo proceso que sea objeto de estudio debe ser siempre convincente, no debe dejar ninguna duda respecto a su veracidad para evitar cualquiera mal interpretación del proceso en cuestión.

Para garantizar el éxito de las PLV el software a emplear deber ser cuidadosamente analizado. Con el objetivo de captar la atención de los estudiantes, el software a utilizar debe resultar atractivo, pero cuidando que no desvíe la atención del fenómeno físico que se estudia.

Por otra parte, las actividades didáctico-pedagógicas deben ser cuidadosamente seleccionadas y organizadas por el docente, con el fin de que se logren los objetivos propuestos. Deben ser adecuadas a las características de los estudiantes y permitir la autonomía del aprendizaje. Además, la reducción del costo y del tiempo deben ser tenidas en cuenta para la selección de la PLV.

Debido a la facilidad que brinda el internet existen una gran variedad de softwares educativos que se puedan utilizar para desarrollar una PLV (Ré, Arena y Giurbergia, 2012) y que resume en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2.** Aspectos para la selección de softwares educativos.

Aspecto	Criterios de valoración
<b>Tecnológico</b>	Calidad en el acceso (simplicidad) Soporte (plataforma) Adaptabilidad Requisitos de equipos Portabilidad Calidad de imagen y animación Ejecutabilidad remota Nivel de interacción
<b>Educativo</b>	Complejidad del modelo Coherencia objetivos-contenidos Centrado en los medios Posibilidad de diseño experimental Motivación para el alumno Motivador en la construcción de modelos

Las PLV son una herramienta muy útil para facilitar el desarrollo de actividades educativas, ya que posibilitan observar y realizar experimentos, simular cualquier tipo de instalación o equipo real que esté fuera del alcance del estudiante, o dan la posibilidad de manipular remotamente las creadas y disponibles. Las aplicaciones más usuales de las TICs para la elaboración de las PLV, se enfocan en el uso de simulaciones según (Herrera, 2008).

### 1.5. Conclusiones del capítulo.

Con el correcto uso de las TICs es posible el desarrollo e implementación de PLV que completen los vacíos que puedan existir en el proceso de enseñanza- aprendizaje de los estudiantes, al utilizar solamente los métodos tradicionales de enseñanza.

Las PLV son una alternativa eficaz ante los problemas logísticos que existen para la realización de laboratorios reales por sus costos de uso y mantenimiento.

Es necesario la elaboración de prácticas que cumplan con una serie de requisitos, que garanticen un mejor resultado en el proceso de enseñanza - aprendizaje y optimicen el uso del tiempo y su impacto.

## **CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se describen los materiales y métodos necesarios para el desarrollo y posterior implementación de una práctica de laboratorio virtual de Física I, así como los programas y herramientas que se utilizaron para la confección de la guía de laboratorio.

### **2.1 Selección del tema de Física I a desarrollar en una PLV**

En el plan de clases vigente que se aplica en la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE), Plan E, la asignatura de Física I es una parte fundamental de la formación de los estudiantes de la carrera Ingeniería en Automática. Con el objetivo de fomentar la esencialidad de los conocimientos requeridos para la correcta formación del egresado, así como el desarrollo de sus competencias, se realizó con el Plan E una actualización de la asignatura, manteniendo su base teórica fundamental, pero incorporando las TIC para el desarrollo de habilidades prácticas.

Para la correcta selección del tema a tratar en la PLV que se deriva de la presente tesis, se tuvo en cuenta la experiencia previa desarrollada el pasado curso, donde se implementaron 5 prácticas de laboratorios virtuales correspondientes a varios temas de la asignatura que se incluyeron en estas. El objetivo es que con la práctica de laboratorio virtual que se desarrolla en este trabajo, se complementen contenidos que no fueron abordados anteriormente desde el punto de vista experimental y que son fundamentales para lograr un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje y pueda mejorar la preparación de los estudiantes.

Debido a que el tema Oscilaciones mecánicas resultó de los seleccionados como de difícil comprensión por lo estudiantes, en un estudio anterior realizado por (J.J Gámez et al., 2019) y de este tema solo se implementó anteriormente como PLV el Movimiento armónico simple, utilizando el applet de un péndulo; se decidió reforzar este tema implementando una práctica de laboratorio sobre un contenido de gran importancia, como es el sistema masa – resorte. El sistema masa-resorte es uno de los ejemplos que se utiliza en conferencias de Física I para explicar las oscilaciones mecánicas libres, amortiguadas y forzadas. Da lugar a una ecuación diferencial de segundo orden, que se explica en dos asignaturas de la carrera, Física I, para comprender el fenómeno que he mencionado, y Matemática III para la

impartición del contenido relacionado con este tipo las ecuaciones diferenciales, en 2do año. Este sistema se presenta, además, en ejercicios de dos clases prácticas de Física I, con problemas de complejidad media y alta, que por lo general están presentes en el examen final, hasta el presente con resultados muy pobres. Adicionalmente a esto, es un sistema que se retoma en la Física II (2do año) para obtener, por analogía, la ecuación diferencial y su solución, del sistema de carga y descarga del condensador, cuando se imparte el tema de Oscilaciones eléctricas, y en Física III (3er año, asignatura optativa), cuando se estudian las soluciones de la Ecuación de Schrödinger del pozo y la barrera de potencial, que se llega a una solución oscilatoria, para cuya comprensión el profesor retorna a la explicación del comportamiento del sistema masa –resorte.

## 2.2 Selección del simulador

Para la selección de la herramienta informática a utilizar en este trabajo se realizó una amplia búsqueda por internet, encontrando una vasta variedad de sitios que trataban esta materia y poseían materiales audiovisuales, experimentos, videos, así como simulaciones interactivas. Algunos de estos sitios se encontraban en otros idiomas, o poseían una interfaz poco amigable, poca versatilidad en el momento de interactuar con el estudiante, o los contenidos que trataban no estaban en concordancia con el programa de estudio de la carrera. En otros casos requerían de la instalación de otros softwares como soporte, o simplemente no poseían simulaciones, sino solo direcciones de otros sitios donde trataban determinados contenidos.

A continuación, se muestran algunas de estos sitios:

- Physics at school – HTML5/Flash: Se recogen una gran variedad de applets que contienen animaciones y simulaciones que tratan temas de física molecular, campo magnético y otros.
- Applets Java de física: En este sitio se encuentran gran número de applets sencillos que posibilitan la variación de algunos parámetros.
- Física recreativa: no existen simulaciones solo proporciona vínculos a sitios donde se encuentran los fenómenos a estudiar.
- Educaplus: posee un gran número de simulaciones, pero requiere de la previa instalación de otros softwares para su uso.

- Phet: sitio de la Universidad de Boulder en Colorado, Estados Unidos. Posee un gran número de simulaciones muy interactivas y versátiles que abordan una gran número de contenidos de la física.
- Animaciones de física: Las prácticas que allí se encuentran abordan temas importantes y con un buen respaldo teórico, pero carecen de posibilidades de interacción y son muy poco versátiles.
- Física y sociedad: Sitio en español y donde encontramos de forma clara algunos temas esenciales de la física.

Después de analizarlos, se escogió el sitio Phet (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>), de la Universidad de Boulder, debido a su amigable entorno, la gran interactividad que poseen sus simulaciones, pudiendo cambiar los valores de las variables y modificar la cantidad de estas, así como su alto nivel de detalle y precisión física, propiciando que los estudiantes se sientan motivados a trabajar con sus simulaciones.

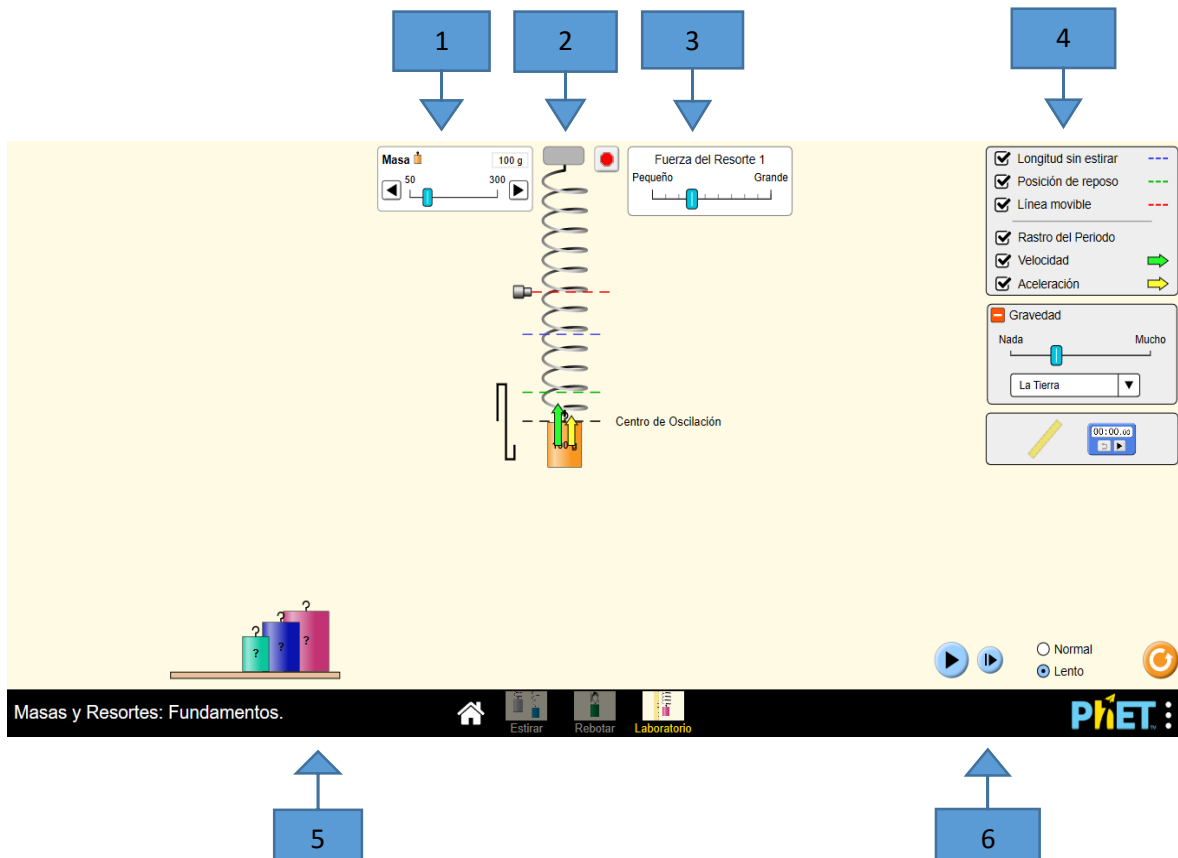
Las simulaciones que se encuentran en esta plataforma no requieren de un alto poder de procesamiento para utilizarlas, son accesibles desde cualquier dispositivo y sistema operativo, ya sea de una computadora o un aparato móvil y pudiéndose ejecutar desde los navegadores actuales, tanto con conexión a internet o descargarlas para su posterior uso.

En la elaboración de las simulaciones utilizadas en este sitio, sus desarrolladores se rigieron por una serie de principios para su desarrollo, abordaron problemas de la vida real, con una correcta utilización de materiales didácticos, así como fomentaron la interacción de manera intuitiva con los usuarios, ofrecen posibilidad de utilizar varias herramientas en el momento de interactuar con las simulaciones, es posible medir con un amplio número de instrumentos, cambiar las preferencias con los botones disponibles en estas, etc. Este sitio cuenta con un reconocimiento a nivel mundial por sus características y es un referente en cuanto a simulaciones no solo de física.

Es de señalar, que la FIE cuenta con una red de laboratorios de computación y de redes wi-fi, que hacen posible desarrollar las prácticas de laboratorios virtuales. Además, las mismas pueden ser ejecutadas desde los dispositivos inteligentes personales de los estudiantes, debido a su versatilidad y pocos requisitos técnicos necesarios para su uso. Pueden ser realizadas además conectándose wi-fi desde cualquier punto de acceso de la UCLV.

### 2.3 Descripción del applet seleccionado

En la figura 2.1 se muestra el applet seleccionado para la realización de la práctica de laboratorio virtual que se diseña en la presente tesis.



**Figura 2.1.** Applet Masas y Resortes: Fundamentos

En este applet se realiza una simulación de las oscilaciones libres en un sistema cuerpo-resorte. En este caso, el estudiante tiene la posibilidad de modificar la masa del cuerpo, utilizar cuerpos con masas desconocidas, cambiar la constante elástica del resorte, activar la visualización en tiempo real de los vectores de aceleración y velocidad del cuerpo, variar la gravedad que afecta el experimento con valores predeterminados de diversas localizaciones, modificar la velocidad de la simulación y pausarla, así como escoger varias herramientas para realizar mediciones. Este applet presenta un entorno agradable y un alto nivel de interactividad para el estudiante.

En la Figura 2.1 se pueden identificar los siguientes elementos:

1. Cuadro de opciones donde se varia la masa del cuerpo.
2. Representación del resorte con los vectores de velocidad y aceleración, así como líneas de posiciones del sistema y el rastro del periodo del movimiento. Se encuentra el botón rojo para detener el experimento que se realiza.
3. Cuadro de opciones donde se varía la constante elástica del resorte.
4. Cuadros de opciones donde se pueden activar la visualización de varios vectores y de líneas de posición del sistema, variar la gravedad que afecta el experimento y acceder a las herramientas de medición.
5. Se encuentran los cuerpos disponibles para la simulación.
6. Menú desde donde se controla la velocidad del experimento, se puede pausar o continuar en pequeños períodos de tiempo. Se encuentra el botón para reiniciar la simulación en su totalidad.

## 2.4 Elaboración de la Guía de laboratorio

La Guía de laboratorio es un elemento esencial para orientar correctamente al estudiante sobre el uso de la simulación, el fenómeno físico que se debe observar y el desarrollo del experimento mediante el applet, la correcta resolución de las actividades planificadas y sus acciones (medición, obtención de datos, realización de gráficos, cálculos y análisis de estos resultados) para cumplir con los objetivos de la práctica de laboratorio.

Esta guía tiene la siguiente estructura:

1. **Título:**
2. **Objetivos:** Se describen los objetivos que el estudiante debe lograr.
3. **Descripción de la simulación:** Se describe de forma concisa la simulación y sus características.
4. **Introducción:** Se brinda una breve información acerca del fenómeno en el que se centra la práctica de laboratorio.
5. **Fundamentación teórica:** Es necesario que el estudiante se relacione una vez más con el contenido que se tratará en la actividad y, para lograrlo, se brindan elementos estudiados previamente en clases y de ser necesario, contenidos de otras asignaturas que complementen los anteriores.
6. **Actividades:** Están descritas en forma problémica. Para responder las preguntas son necesarios una serie de pasos que los estudiantes deben seguir durante su desarrollo de la práctica de laboratorio realizando experimentos con el applet, lo cual propicia que el

estudiante piense y se relacionarse con el fenómeno físico simulado, complementando su conocimiento teórico, y evitando que la simulación se convierta en un simple cambio de variables previamente establecidas.

7. **Preguntas de consolidación:** Para lograr una consolidación de los contenidos aplicados en la práctica de laboratorio y ayudar al estudiante a prepararse para discutir la PLV con su profesor, se realizan una serie de preguntas teóricas, que se relacionan con el contenido abordado en la PLV.

8. **Elaboración de un informe con los resultados obtenidos:** Se solicita la entrega de un informe digital, con anterioridad al turno situado en el P4 de discusión de la PL, para evaluar la actividad y donde se encuentren los resultados obtenidos en el experimento y su discusión, así como las conclusiones y recomendaciones.

9. **Bibliografía:** Se realiza una orientación precisa de los textos y materiales que el estudiante puede utilizar como material de estudio.

## 2.5. Edición del sitio web

El nombre del sitio web donde se inserta esta PLV es FIS\_WEB, creado y diseñado por (J.J Gámez et al., 2019) para que los estudiantes accedan a este y puedan realizar las prácticas de laboratorios virtuales contenidas en el mismo.

Este sitio fue editado con el uso de la herramienta WordPress, como sistema de gestión de contenidos, destinado a la creación de páginas web de una manera sencilla y que posibilita un gran número de funcionalidades.

Se utilizó Wampserver con el objetivo de crear el servidor local donde se albergue el sitio web creado.

Al acceder a la página se visualiza un portal de bienvenida, donde se muestra un conjunto de conceptos, para facilitar el uso de esta por los alumnos. Desde allí se puede acceder a las guías de laboratorios que se desarrollaron anteriormente y la confeccionada actualmente, donde se sitúan las temáticas seleccionadas y el acceso a las simulaciones. Esta página web tiene la posibilidad de que se pueda acceder utilizando Microsoft Edge, Internet Explore, Opera, Mozilla, Chrome u otro navegador.

Para acceder a las simulaciones, se ubican un número de botones donde se encuentran los enlaces hacia los applets, desarrollados en HTML5, que al igual que el sitio web, pueden ser utilizados por los navegadores actuales.

## 2.6 WordPress

WordPress es un sistema de gestión de contenidos que tiene como principal función la creación de páginas web. Existe actualmente un gran número de colaboradores y diseñadores que mantienen actualizado WordPress y elaboran nuevos complementos debido a su código abierto. Su sencillez, licencias y potencia, lo convierten en una buena opción.

Sus complementos son:

- *Widgets*: Estos se incorporan en forma de bloques de información en las plantillas, ofreciendo un gran número de variantes en el diseño y funcionalidad de las páginas desarrolladas.
- *Plugins*: Estos aumentan la funcionalidad de WordPress, ya que posibilitan mejoras en áreas de seguridad, contenido y diseño web.
- Temas o plantillas (themes): sirven para acceder de manera sencilla y directa a varios diseños de páginas web, tanto desde el punto de vista estructural de la página, como de su apariencia. La comunidad de usuarios de WordPress pueden añadir estos temas que pueden ser gratuitos.

Debido a la necesidad de que el sitio que se edita en la presente tesis, debe ser de fácil acceso y uso por parte del estudiante, tanto con conexión a internet o sin esta, se escogió la edición de la página mediante el servicio WordPress.org, que hace posible que el sitio editado no esté asociado a WordPress en sí, ya que el otro servicio (WordPress.com) es gratuito pero utiliza una nube, restringiendo el acceso solo cuando se cuenta con una conexión a internet, limitando así el acceso al sitio desarrollado. Se restringe así la cantidad de temas disponibles para uso y se establece la prohibición de instalar plugins.

Se utilizó la versión 5.0.3 de WordPress instalada a través de Microsoft Web Platform Installer de una forma sencilla, en el sistema operativo Microsoft Windows. En caso de utilizar sistemas operativos GNU/Linux o Mac OS, es posible también su instalación debido a la existencia de versiones específicas para estos sistemas operativos.

Debido al funcionamiento por medio de plantillas o temas, la plantilla Education Hub fue la utilizada para editar la página Fis\_Web. Debido a la versatilidad de esta plataforma es posible cambiar la plantilla en uso, resultando un cambio solo en apariencia y no en el contenido de la página. Se necesitó de la instalación de widgets para la creación del sitio web, dando acceso así a información o utilidades que puedan ser requeridas durante el uso de la página creada.

## **2.7 Wampserver**

Este software es un entorno creado para el desarrollo web para el sistema operativo Windows. En específico se utilizó para la creación del servidor local en el acceso al sitio creado. Fue esencial en el desarrollo de la página web, ya que permitió que esta se ejecutara de manera local, sin necesidad de una conexión a internet, y pudiendo ser estudiada antes de su publicación incluso en internet.

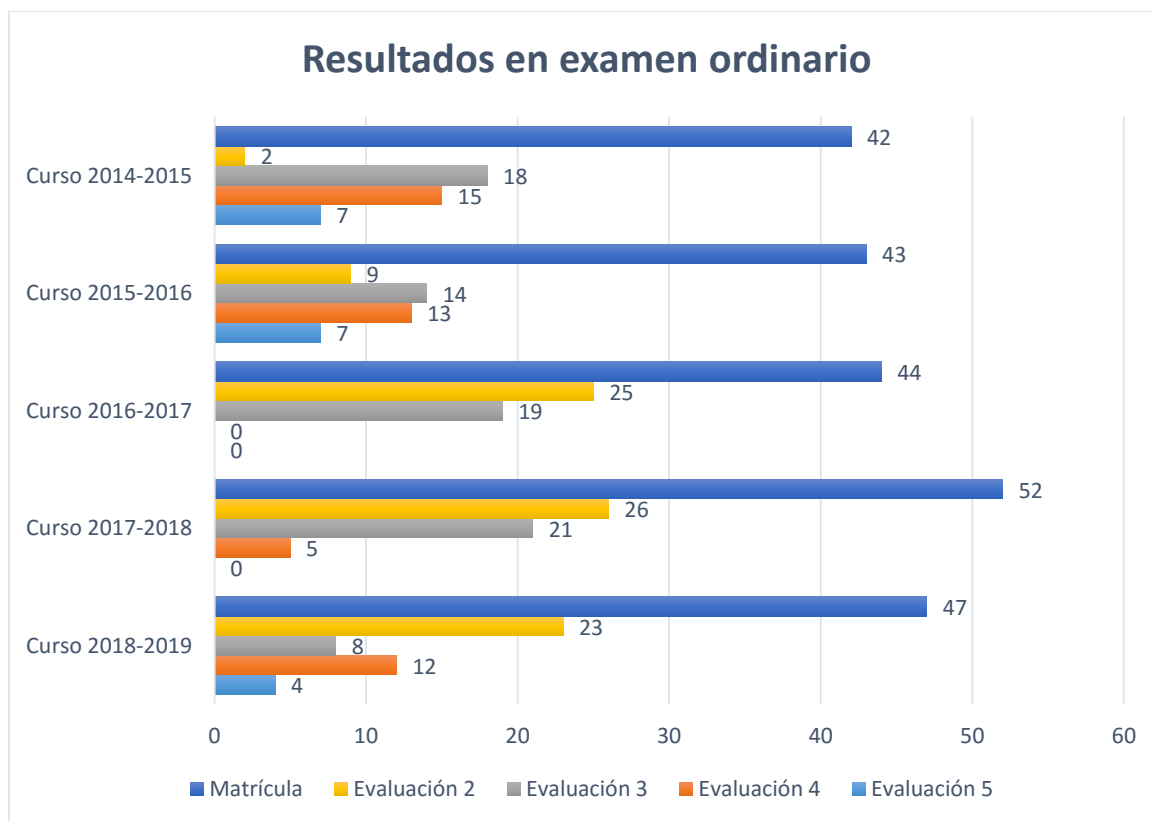
## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Introducción.

En este capítulo se realiza un análisis de los resultados obtenidos en las diferentes tareas realizadas durante la tesis, como son: una evaluación de los resultados obtenidos en la asignatura por los estudiantes de Ingeniería en Automática en los últimos años, el trabajo con el applet escogido para complementar la preparación de los estudiantes, así como la Guía de laboratorio e informe correspondiente (en anexo) por la cual los estudiantes realizaran su práctica de laboratorio virtual.

### 3.2 Resultados académicos de la carrera en los últimos cinco cursos en Física I.

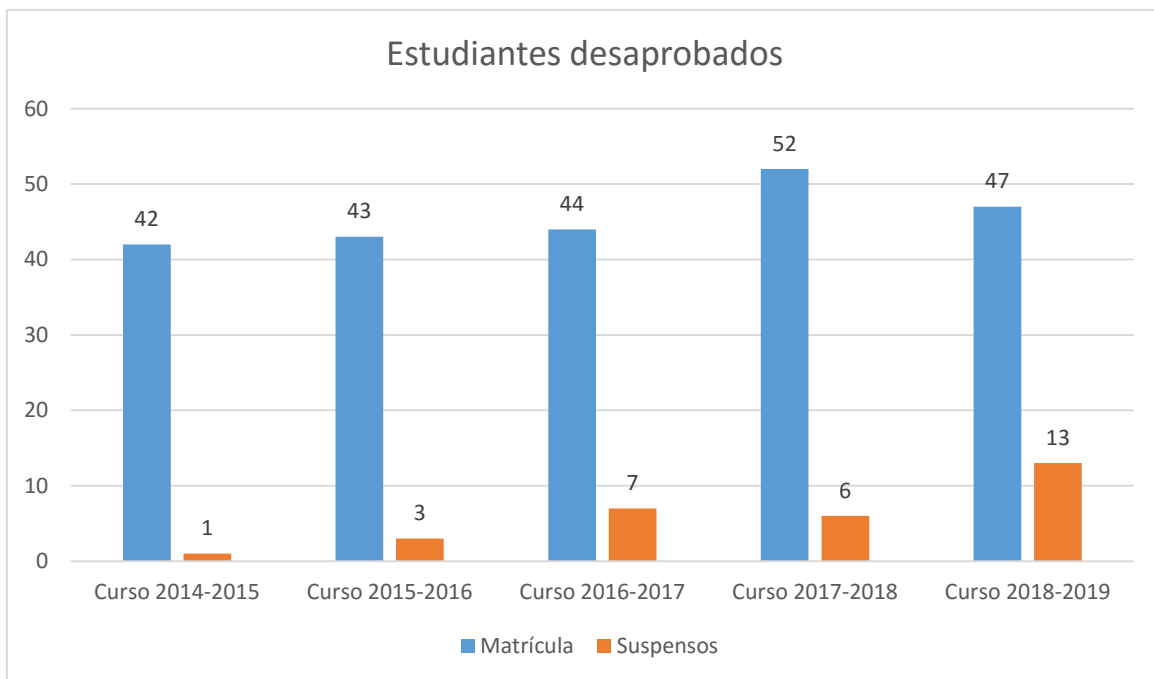
Los resultados alcanzados en la asignatura Física I por los estudiantes de Ingeniería en Automática son mostrados en la Figura 3.1.



**Figura 3.1.** Resultados en exámenes ordinarios por curso académico.

Como se evidencia en el gráfico anterior existe una tendencia en la disminución de notas de 5 y 4, incluso existen cursos donde ningún estudiante alcanzó estas notas, contrario al incremento de resultados de 3 y 2, aumentando así la cantidad de estudiantes suspensos y que deben presentarse a examen extraordinario. Estos estudiantes en su mayoría no recibieron clases de laboratorio en la signatura.

En la Figura 3.2 se muestran la cantidad de suspensos en los exámenes extraordinarios especiales, o sea, estudiantes que deben repetir la asignatura.



**Figura 3.2:** Matrícula por curso y estudiantes suspensos en extraordinarios especiales de Física I.

En los cursos 2017-2018 y 2016-2017 se obtuvieron los mayores porcentajes de estudiantes que participaron en exámenes extraordinarios, con un 50% y un 56.8% del total de la matrícula respectivamente. De la misma forma, los cursos 2018-2019 y 2016-2017 presentan el mayor porcentaje de estudiantes que suspendieron la asignatura en exámenes extraordinarios especiales con un 27.6% y un 15.9% respectivamente.

De todos los cursos analizados los mejores resultados porcentuales se lograron en el curso 2014-2015, curso en el cual los estudiantes pudieron realizar prácticas de laboratorio en el Instituto superior pedagógico Félix Varela, en sus instalaciones de Física. Los estudiantes cursaban su primer año de formación en el colegio de formación básica, campus anexo a la

universidad, que poseía una mejor cantidad de recursos incluyendo transporte, por lo que fue posible la realización de ese contacto de los estudiantes con laboratorios de física reales.

La FIE en la actualidad no presenta las condiciones mínimas necesarias para el acondicionamiento, adquisición de los equipos y montaje de laboratorios reales de física. Los laboratorios de la Facultad de MFC destinados para la carrera de Lic. Física están acondicionados para reducidos grupos de estudiantes. Por tanto, la PLV que se presenta es una alternativa factible, versátil y económica para complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje y mejorar la preparación del egresado de Ingeniería en Automática.

### 3.3 Sitio web

Con la edición de la página web Fis\_Web creada por (J.J Gámez et al., 2019) se añadió la simulación escogida para la elaboración de la PLV y su respectiva Guía. En esta página los estudiantes de Ingeniería en Automática pueden realizar sus PLV en los temas tratados.

En el sitio web se mantuvo su interfaz amigable y poco agresiva. En su página principal se puede acceder a los temas abordados, así como a unas series de materiales didácticos. Los usuarios pueden utilizar varios widgets para la búsqueda de palabras y para acceder a imágenes reales de instrumentos que son utilizados en experimentos de física. Desde el botón de Guías se accede a estas y a sus respectivas simulaciones. En la figura 3.3 se muestra la página de inicio.



**Figura 3.3.** Página de inicio del sitio web Fis\_Web.

### 3.4 PLV Masas y Resortes

La práctica de laboratorio virtual fue diseñada para que el estudiante pudiera realizarla en un tiempo inferior a 90 minutos, desde cualquier punto con acceso wi-fi de la UCLV o en un laboratorio de computación con conexión a la intranet, en cualquier horario. Al concluir los estudiantes deberán enviar por email su informe de laboratorio al profesor.

En la PLV diseñada en esta tesis el estudiante debe aplicar los conocimientos teóricos estudiados en clases acerca de las oscilaciones libres y amortiguadas en los sistemas cuerpo-resorte. La práctica tiene como objetivos que el estudiante, utilizando la simulación, pueda determinar la constante elástica de un resorte, la relación entre resorte y masa del cuerpo, la aceleración de la gravedad, así como comparar el periodo de oscilaciones libres no amortiguadas con el periodo de las oscilaciones libres amortiguadas, y poder determinar el coeficiente de amortiguación en estas. Esta práctica tiene una situación problemática, en la cual se sitúa al estudiante en un laboratorio de física con diferentes cuerpos de masas conocidas y desconocidas y un resorte y debe resolver problemas con igual nivel de complejidad a los del examen final.

Durante su desarrollo el estudiante deberá variar tanto la masa del cuerpo a utilizar como la constante elástica del resorte, la gravedad que afecta el sistema y demás variables, dependiendo de la situación que se le plantea en 6 ejercicios que se les exponen en la guía. Para obtener los resultados y mediciones la simulación brinda la posibilidad de interactuar con diferentes objetos para realizar mediciones tanto de longitud como de tiempo.

Al terminar de realizar las mediciones necesarias deberá responder una serie de preguntas de consolidación.

### 3.5 Guía diseñada para la PLV

#### Práctica de laboratorio

**Título:** Estudio de las oscilaciones libres en el sistema cuerpo – resorte.

**Objetivos:**

- Determinar la constante elástica de un resorte.
- Determinar la relación entre: la constante del resorte, la masa del cuerpo, la aceleración de la gravedad y el período de las oscilaciones libres no amortiguadas en el sistema cuerpo – resorte.
- Determinar la masa de cuerpos desconocidos. Estando el cuerpo en reposo y realizando oscilaciones libres no amortiguadas.

- Determinar el coeficiente de amortiguamiento en las oscilaciones libres amortiguadas.
- Comparar el período de las oscilaciones libres no amortiguadas con el período de las oscilaciones libres amortiguadas.

### Introducción

Cuando un cuerpo realiza un movimiento de vaivén alrededor de un punto fijo, de manera tal que sus características se repiten a través del tiempo, se dice que está animado de movimiento oscilatorio mecánico. De los muchos tipos de oscilaciones existentes en la naturaleza, la más sencilla es la denominada armónica simple. El término armónico se reserva para oscilaciones donde la magnitud física que oscila (en este caso la elongación de un resorte) se expresa en función de senos y cosenos. Si la dependencia del tiempo se limita a una de estas funciones el movimiento se llama armónico simple (MAS). El sistema mecánico más representativo del MAS es el formado por un cuerpo de masa  $m$  acoplado a un resorte de masa despreciable y constante elástica  $k$ .

### Fundamentación teórica.

#### Oscilaciones libres no amortiguadas

Un caso de especial interés en el estudio de la mecánica de los cuerpos deformables, lo constituyen los resortes lineales. Este tipo de resorte está básicamente formado por un hilo metálico enrollado de forma helicoidal. Si las deformaciones que sufre el resorte son pequeñas, en relación con su longitud, se cumple en el equilibrio la relación:

$$F_{ext} = k \cdot \Delta l \quad (1).$$

Donde  $F_{ext}$  es la fuerza aplicada al resorte por un extremo; y  $\Delta l$ , la variación que sufre la longitud inicial de este. El coeficiente de proporcionalidad  $k$  se denomina constante elástica del resorte y depende del tipo de material y de la forma del resorte.

Es también posible escribir la ecuación (1) utilizando la relación de la fuerza  $F$  que hace el resorte y colocando un sistema de coordenadas para medir las deformaciones con su origen en la longitud normal del resorte. En este caso la expresión quedará como:

$$\vec{F} = -k \cdot x\vec{i} \quad (2)$$

De acuerdo con la tercera ley de Newton, debe cumplirse que  $\vec{F} = -\vec{F}_{ext}$ . En este caso el signo menos indica que la fuerza que realiza el resorte sobre el cuerpo que lo deforma será en sentido contrario al sentido de la deformación del resorte. Es usual que a la fuerza  $\vec{F}$ , atendiendo a esta característica, se le denomine fuerza recuperadora.

Si un cuerpo de masa  $m$  puede moverse sobre una superficie horizontal lisa manteniéndose atado a un resorte de constante elástica  $k$ , fijo por su otro extremo, se tiene que en todo momento la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo es la fuerza recuperadora que ejerce el resorte sobre este.

En este caso la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo siempre tendrá la forma  $\vec{F} = -k \cdot \vec{x}$ , que es la encargada de hacer que el cuerpo retorne a su posición de equilibrio cuando sea separado de él, en uno y otro sentido.

Aplicando la segunda ley de Newton en la dirección X tendremos entonces:

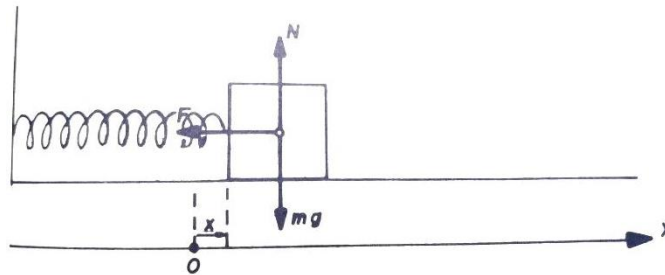
$$F_x = -k \cdot x = m \cdot a_x,$$

Recordando la definición de aceleración  $a_x = \frac{d^2x}{dt^2}$ , la expresión anterior queda:

$$-k \cdot x = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} \text{ o, también,}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} \cdot x = 0 \quad (3)$$

La ecuación (3) es una ecuación diferencial cuya solución es una función  $x = f(t)$  que indica la posición que tiene el cuerpo en cada instante de tiempo, medido con respecto a la posición de equilibrio. La Figura 3.4 ilustra lo explicado hasta aquí.



**Figura 3.4:** Descripción de las fuerzas que actúan en el sistema masa-resorte

Para encontrar la solución de esta ecuación diferencial, se puede reescribir de la forma siguiente:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m} \cdot x = 0,$$

Esta ecuación requiere entonces que  $x = f(t)$ , sea alguna función cuya segunda derivada sea igual a la misma función, con signo cambiado, afectada por el factor  $k/m$ .

Es conocido que las funciones  $\text{sen } t$  o  $\text{cos } t$  tienen esta cualidad.

Se puede, entonces, en general, proponer como solución una función  $x = f(t)$  del tipo:

$$x = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0) \text{ o } x = A \cdot \text{cos}(\omega \cdot t + \varphi_0) \quad (4)$$

Donde  $A$  es la amplitud de las oscilaciones,  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  es la frecuencia angular del oscilador y  $\varphi_0$  es la fase inicial de las oscilaciones.

Las relaciones entre la frecuencia angular ( $\omega$ ), la frecuencia ( $f$ ) y el período de las oscilaciones ( $T$ ) están dadas por:

$$f = \frac{1}{T} \quad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (5)$$

Si se coloca el sistema cuerpo – resorte verticalmente, bajo la acción de la fuerza de gravedad, los resultados de las oscilaciones son los mismos, a si consideramos como origen de las elongaciones, no a la posición que ocupa el extremo del resorte sin deformar, sino a la posición que ocupa verticalmente dicho extremo con el cuerpo colgado en equilibrio. Veamos:

El cuerpo colgado está en equilibrio cuando se cumpla:

$$\vec{F}_{elást} + \vec{F}_{gravit} = \vec{0} \Rightarrow -kx_0 + mg = 0$$

Donde  $x_0$  es la coordenada de la posición de equilibrio, que se mide positiva hacia abajo, a partir de la posición del extremo del resorte sin deformar. Entonces:

$$kx_0 = mg$$

Ahora, sobre el cuerpo oscilando en la vertical se cumplirá, de acuerdo con la segunda ley de Newton:

$$-kx + mg = ma$$

Sustituyendo  $mg$  por  $kx_0$  y  $a$  por  $\frac{d^2x}{dt^2}$ :

$$-kx + kx_0 = m \frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow -k(x - x_0) = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

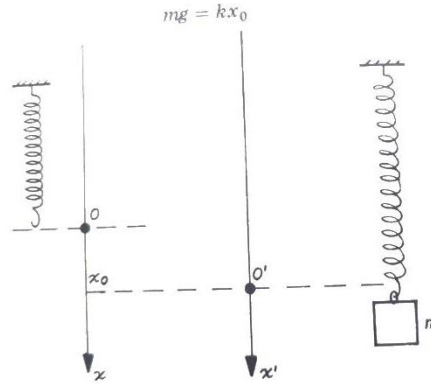
Si se introduce el cambio de variable:  $x' = x - x_0$  se cumplirá  $\frac{d^2x'}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2}$

ya que  $\frac{dx_0}{dt} = 0$  y  $\frac{d^2x_0}{dt^2} = 0$

la anterior ecuación es equivalente a:

$$-kx' = m \frac{d^2x'}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2x'}{dt^2} + \frac{k}{m}x' = 0 \quad (6)$$

que es idéntica a la ecuación (3), con sólo cambiar  $x$  por  $x'$ ; así pues, el sistema cuerpo – resorte describe oscilaciones armónicas simples también en la vertical, y con la frecuencia  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ , igual que en la horizontal. La Figura 3.5 recoge esta explicación



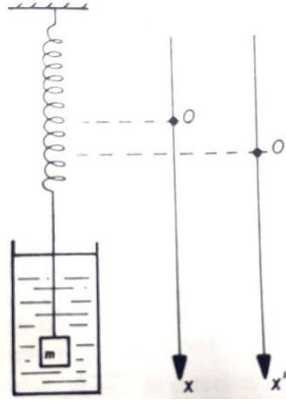
**Figura 3.5:** Elongación del resorte

### Oscilaciones libres amortiguadas

Si se considera ahora que sobre el sistema cuerpo – resorte actúan fuerzas de fricción directamente proporcional a la velocidad del cuerpo oscilante, las oscilaciones que realizará serán libres amortiguadas. Así, tendremos una fuerza adicional sobre el cuerpo debida a la fricción,  $F = -bv$ , donde  $v = \frac{dx}{dt}$  es la velocidad y  $b$  es una constante que depende de la viscosidad del fluido, denominada coeficiente de amortiguamiento. El signo menos indica que la fuerza siempre tiene dirección opuesta a la velocidad.

La fuerza resultante sobre el cuerpo es entonces:  $\sum F = -kx - bv$  y la segunda ley de Newton para el sistema es:  $-kx - bv = ma$  o bien  $-kx - bv = m \frac{d^2x}{dt^2}$

La Figura 3.6 ilustra este caso.



**Figura 3.6:** Se incorpora la fuerza de viscosidad al sistema

Se conoce que el efecto de la fuerza gravitatoria es desplazar el centro de las oscilaciones hasta la posición  $x_0$  en que colgaría el cuerpo en equilibrio, donde se cumple que  $kx_0 = mg$ . La ecuación diferencial queda entonces:

$$m \frac{d^2x'}{dt^2} + b \frac{dx'}{dt} + kx' = 0 \quad (7)$$

La solución de esta ecuación diferencial depende de los valores de  $b$ ,  $m$  y  $k$  según sea:

$$b < \sqrt{4km}, \quad b = \sqrt{4km} \quad \text{o} \quad b > \sqrt{4km} . \quad (8)$$

Es de interés para esta práctica de laboratorio el caso donde  $b < \sqrt{4km}$  (subamortiguadas).

La ecuación que las describe es:

$$x = Ae^{-\frac{b}{2m}t} \cos(\omega' t + \alpha) \quad \text{donde} \quad \omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}} \quad \text{y} \quad T' = \frac{2\pi}{\omega'} \quad (9)$$

### Descripción de la simulación

El simulador utilizado es un applet desarrollado para la plataforma Phet por la Universidad de Colorado, donde se abordan temas relacionados con sistemas cuerpo-resorte y oscilaciones. Cuando se accede al applet nos encontramos con varios botones que nos dirigen a varias simulaciones, la denominada Laboratorio es la escogida para realizar la PLV (Figura 3.7).

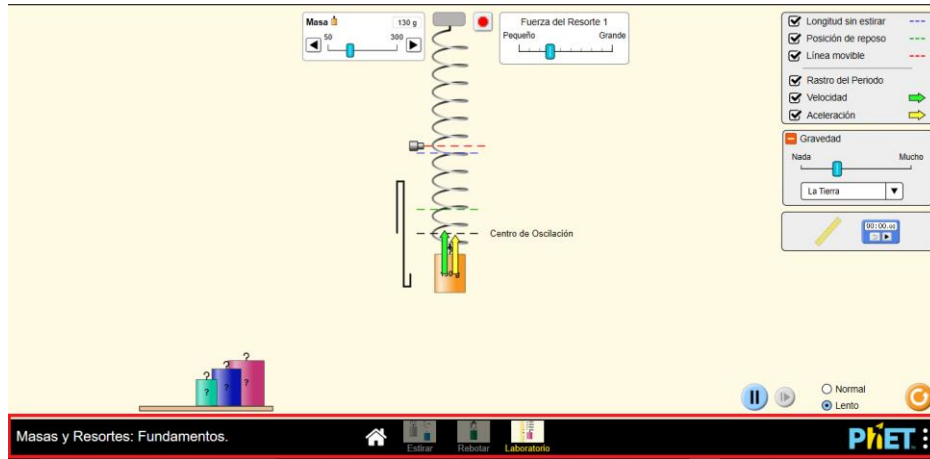


Figura 3.7: Botones de selección de simulación (recuadro rojo)

Al acceder se encuentran varios cuerpos de masas desconocidas y otro cuya masa se puede variar y conocer, así como un resorte al cual se pueden unir los cuerpos seleccionables, varios cuadros desde donde se pueden variar los parámetros de la simulación o acceder a los medios de medición disponibles (Figura 3.8).

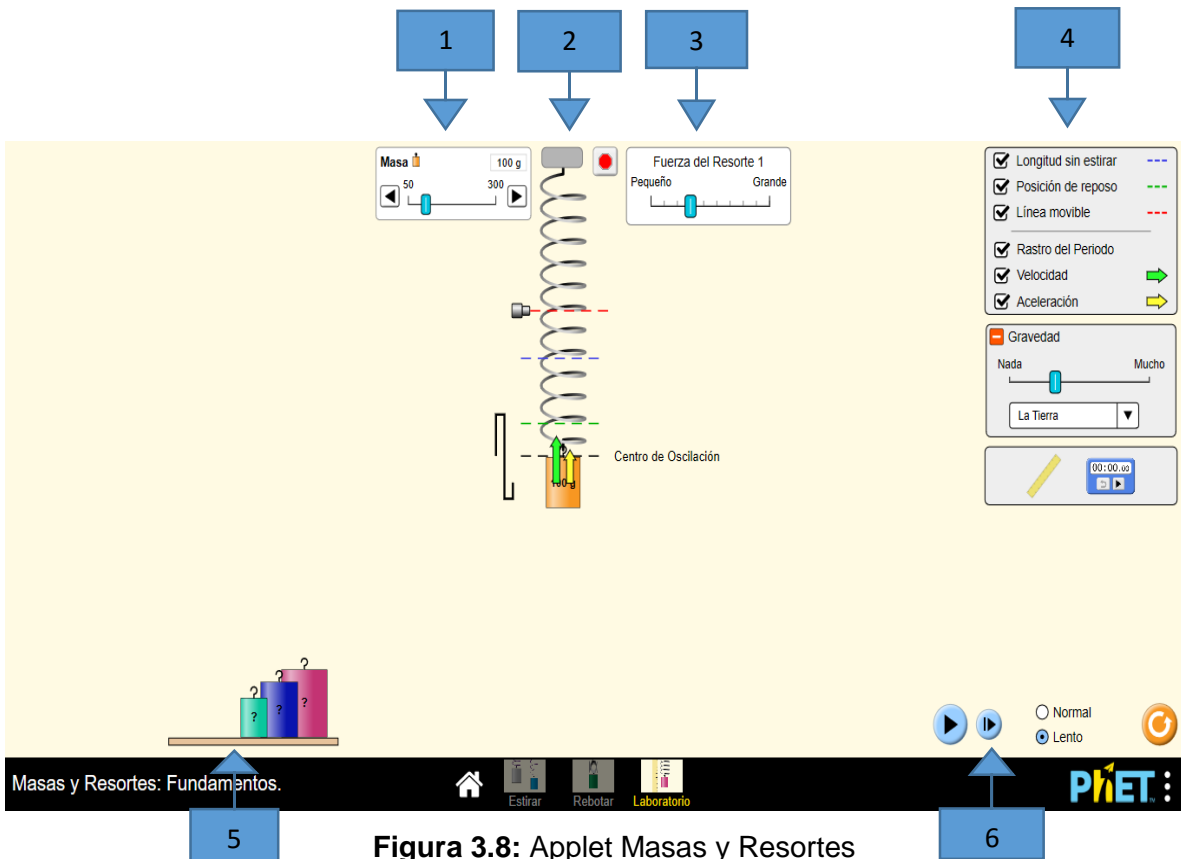
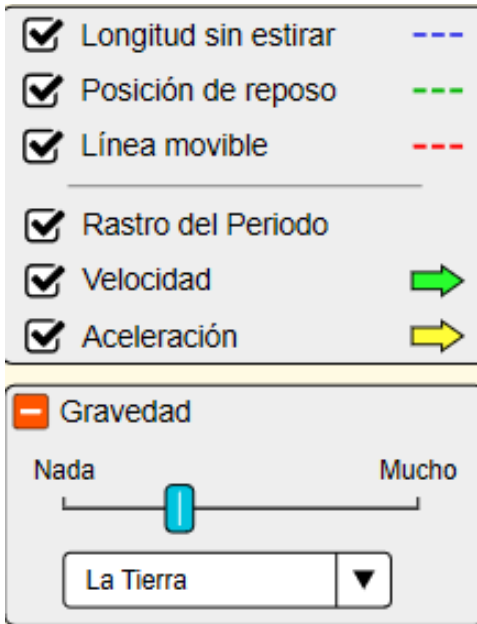


Figura 3.8: Applet Masas y Resortes





**Figura 3.10:** Opciones



**Figura 3.11:** Herramientas

### Actividades

Ejercicio # 1: Determinar la constante elástica de tres resortes.

En el laboratorio de mecánica se tienen tres resortes de constante elástica desconocida y masa despreciable y un juego de cuerpos de masas conocidas. Se necesita determinar la constante elástica de los tres resortes para poder estudiar las oscilaciones de un sistema cuerpo – resorte. Ayude en esta situación realizando las simulaciones necesarias para determinar la constante elástica del resorte.

- Elabore en Excel una tabla con esta información para cada resorte.
- Determine el valor medio de la constante elástica de cada resorte.

**Tabla 3.1**

$m(10^{-3}kg)$	50	100	150	200	250	300
$x(10^{-3}m)$						
$k(N/m)$						

Ejercicio # 2: Estudio de la dependencia del período de las oscilaciones con la masa del sistema cuerpo – resorte.

En el mismo laboratorio se necesita determinar la relación entre el período y la masa del sistema, manteniendo constante la constante elástica del resorte. Realice las simulaciones necesarias.

- Elabore en Excel una tabla con esta información. Realice una gráfica de dispersión.
- Tome los valores de las raíces cuadradas de los anteriores datos de las masas y realice otra gráfica de dispersión.
- ¿Qué puede concluir sobre la relación entre el período y la raíz cuadrada de la masa?

**Tabla 3.2**

$m(10^{-3}Kg)$	50	100	150	200	250	300
$T(s)$						
$\sqrt{m}(kg)$						

Ejercicio # 3: Estudio de la dependencia del período de las oscilaciones con la constante elástica del resorte.

En el mismo laboratorio se necesita determinar la relación entre el período y la constante elástica del resorte del sistema, manteniendo constante la masa. Realice las simulaciones necesarias.

- Elabore en Excel una tabla con esta información. Realice una gráfica de dispersión.
- Con los valores del inverso de las raíces cuadradas de los anteriores datos de las constantes elásticas y realice otra gráfica de dispersión.
- ¿A qué conclusiones llegó sobre la relación entre el período y la raíz cuadrada de la masa?

**Tabla 3.3**

$k(N/m)$			
$T(s)$			
$\frac{1}{\sqrt{k}}$			

**Ejercicio # 4:** Estudio de la variación del período con la amplitud de las oscilaciones.

Con el sistema cuerpo – resorte, mantenga constante la masa del cuerpo y la constante del resorte y determine el período de oscilación para cinco amplitudes de oscilación diferentes.

- Elabore en Excel una tabla con esta información. Realice una gráfica de dispersión.
- ¿Encuentra algún cambio significativo en el período al variar la amplitud?

**Tabla 3.4**

$A(cm)$					
$T(s)$					

**Ejercicio # 5:** Estudio de la relación del período del sistema cuerpo – resorte con la gravedad del lugar.

Se quiere determinar la posible o no relación entre el período de oscilación del sistema cuerpo – resorte con la gravedad. Con la ayuda del simulador verifique si existe alguna dependencia entre el período de oscilación del sistema cuerpo - resorte y la gravedad del lugar.

- Elabore en Excel una tabla con esta información. Realice una gráfica de dispersión.
- ¿Cambia el período de oscilación del sistema al cambiar la aceleración de la gravedad?

**Tabla 3.5**

<i>Lugar</i>	<i>Tierra</i>	<i>Luna</i>	<i>Jupiter</i>
$g (m/s^2)$			
$T(s)$			

**Ejercicio # 6:** Determinar la masa de un cuerpo.

Se necesita determinar la masa del cuerpo azul (rosado) usando solamente los materiales del laboratorio. Con la ayuda del simulador busque dos formas diferentes de poder determinar la masa del cuerpo.

- a) Compare los resultados obtenidos y arribe a conclusiones.

Preguntas de consolidación.

1. ¿Qué fuerza está presente en las oscilaciones libres no amortiguadas? ¿Cuál es la característica fundamental de esa fuerza?
2. ¿Qué fuerza hace que las oscilaciones del sistema se amortigüen? ¿Cuál es la característica fundamental?
3. Ponga ejemplos de la vida cotidiana o de la técnica donde estén presentes las oscilaciones mecánicas libres.
4. ¿Qué debe cumplir un sistema mecánico para que pueda realizar un movimiento armónico simple?
5. ¿Qué otros sistemas usted conoce que realizan MAS?

**Elabore un informe con los resultados obtenidos.**

**Bibliografía**

- Sears, F., Zemansky, M., Young, H., & Freedman, R. (2016). *Física Universitaria* (Vol. 1). La Habana: Editorial Félix Varela.
- Halliday, D., Resnick, R., & Krane, K. (2003). *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería*. (Vol. 1). La Habana: Editorial Félix Varela.

El anexo 1 muestra un ejemplo de Informe de Laboratorio de esta práctica.

**3.6 Análisis económico**

Para la implementación de un laboratorio real de Física 1 se necesitaría la adquisición de varios equipos y kit destinados para ese objetivo, que presentan un alto costo. La matrícula de los grupos de la carrera es numerosa, causando que sean necesarios un mayor número de equipos e instrumentos. En la figura 3.12 se muestra un kit de instrumentos que, según las especificaciones del vendedor, es posible realizar alrededor de 70 experimentos para el estudio de los contenidos que se abordan en la Física 1 del Plan E de estudios para la carrera.

Brinda la posibilidad de realizar mediciones de longitudes y de los tiempos, la composición de fuerzas, las leyes de los gases y los líquidos, caída libre, estudiar los sistemas cuerpo-resorte, estudiar el movimiento rectilíneo y principio de la dinámica. Este kit está compuesto por dos maletas plásticas, con un coste de 1104.0 euros.



**Figura 3.12:** Kit de instrumentos

El promedio de la matrícula de los últimos 5 años de la carrera es de cerca de 40 estudiantes. Para un correcto aprovechamiento de un turno de clases de 1 hora y media y con la utilización de un kit cada 3 estudiantes, para que todos pueden realizar los experimentos, sería necesario adquirir alrededor de 14 kits, lo que representa una inversión de 15 456.0 euros. Esto sumado al costo de la preparación de un local y a las posteriores reparaciones del instrumental, debido al amplio uso que se le daría. Representa un costo alto para la universidad.

Por el contrario, con el uso de las PLV, este costo es reducido. La facultad cuenta con los laboratorios de computación necesarios para la realización de la PLV, así como un sistema de redes Wi-Fi desde donde se puede acceder por igual a la PLV. Todo el software utilizado es de código abierto, por lo que no significa costo económico alguno.

### 3.7 Conclusiones del capítulo

- Los resultados académicos en la asignatura de Física 1 de los estudiantes de Ingeniería en Automática en los últimos cinco cursos no han sido favorables. La ausencia de laboratorios que complementen las clases teóricas ha tenido un impacto directo en estos resultados negativos.

- Los diferentes problemas insertados en la guía ayudan a que los estudiantes consoliden los conocimientos teóricos de una forma dinámica e interactiva.
- Sustituir la formación de un laboratorio real por PLV ahorra un significativo gasto económico a la universidad.

## CONCLUSIONES

- Para la PLV desarrollada se escogió como tema el sistema masa-resorte, el cual pertenece a la asignatura Física I, y no fue abordado en anteriores PLV.
- Se desarrolló una PLV, a partir de un applet proveniente de la plataforma gratuita Phet, que permite una gran interactividad y fomenta la creatividad del estudiante.
- La Guía de laboratorio elaborada fomenta la experimentación al no conducir paso a paso al estudiante, contribuyendo a que esté vinculado activamente con el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Al sitio web Fis\_Web diseñado anteriormente, le fue añadida la PLV desarrollada en este trabajo manteniendo la estructura y estética anterior.
- Tras la ejecución de la PLV se comprueba que es factible de desarrollar por un alumno de la Carrera de Ing en Automática en un tiempo aproximado de 90 minutos,
- desde un punto con acceso Wi-Fi de la UCLV, lo cual ayuda a sistematizar el contenido que aborda y a desarrollar algunas habilidades experimentales.

## RECOMENDACIONES

- Desarrollar PLV para los restantes temas de Física I.
- Integrar las PLV desarrolladas tanto para Física I como para Física II en un solo sitio web.
- Realizar las modificaciones necesarias para adaptar la PLV a las demás carreras de la FIE.

## BIBLIOGRAFÍA

- AAPT (1998) "Goals of the introductory physics laboratory", Am. J. Phys. 66, 483
- Almenara, J. (2010). Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos. Límites y posibilidades. *Perspectiva educacional, formación de profesores*, vol. 49, no 1, p.32-61.
- Amaya, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.
- Ballester, R. (2003). Estrategia Didáctica para la selección y ejecución de las prácticas de laboratorio sobre Sistemas Supervisores en la carrera de Ingeniería en Automática. . (Tesis Doctoral), Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Bartolomé, A. (1997). Preparando para un nuevo modo de conocer. Desenvolupament de capacitats: Noves Estraègies. Hospitalet de Llobregat: Centre Cultural Pineda, págs. 69-86
- Bohigas, X., Jaén, X., & Novell, M. (2003). Applets en la enseñanza de la Física. Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Bouciguez, M. J., & Santos, G. (2010). Applets en la enseñanza de la Física: Un análisis de las características tecnológicas y disciplinarias. *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*.
- Cabero, J. (1996). "Nuevas tecnologías, comunicación y educación". *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. N° 1, <http://www.uib.es/depart/qte/revelec1.html>
- Cabrera, J. M., & Sánchez, I. I. (2016). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web. *Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia*.
- Candelas, F. A., & Moreno, J. S. (2005). Recursos didácticos basados en Internet para el apoyo a la enseñanza de materias del área de Ingeniería de Sistemas y Automática, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*. Vol. 2, p. 93.

- Cañellas, Á. (2006). "Impacto de las TIC en la educación: un acercamiento desde el punto de vista de las funciones de la educación". *Quaderns Digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*. Nº43
- Cataldi, Z, Donnamaría M.C., Lage, F. (2009). *Didáctica de la química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual*. Facultad de informática UNLP
- Christian, W. & Belloni, M. (2001). *Physlets: Teaching Physics with interactive curricular material*. Nueva Jersey: Prentice-Hall
- Cenich, G. & Santos, G. (2005). Propuesta de aprendizaje basado en proyectos y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. Vol.7, nº2, <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-cenich.html>.
- Chanfón, J. G., Crespo, M. R. G., & Carmona, G. B. (2016). Impacto de la introducción de los laboratorios virtuales en la educación superior. Paper presented at the Congreso Universidad.
- Colorado, U. d. (2013). Phet. from <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>
- Cruz, J.C., & Espinosa V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 35, 105-127. Medellín.
- Cumbrera, R. A. (2007). El desarrollo de la actividad experimental en Física General y el uso de las TICs en las prácticas de laboratorio. Universidad de Granma, Cuba.
- Delval, J. (1986). *Niños y máquinas. Los ordenadores y la educación*. Madrid, Alianza.
- Esquembre, F. (2005). *Creaciones de Simulaciones Interactivas en Java. Aplicaciones a La Enseñanza de La Física*. Madrid: Pearson Education, S.A.
- Evans, C. y Gibbons, N. (2007). The interactivity effect in multimedia learning. *Computers & Education*, 49, 1147–1160.
- Fernández, B., Suárez, L., & Álvarez, E. (2006). "El camino hacia el Espacio Europeo de Educación Superior: deficiencias metodológicas y propuestas de mejora desde la perspectiva del alumno." *Aula Abierta*. Nº88, págs. 85-105.

- Ferro, C., Martínez, A. I., & Otero, M. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. Universidad de Vigo, España.
- Franco, A., Beléndez, A., & Ablanque, J. (2013). Recursos multimedia para la enseñanza de la Física. Universidad de Alicante, España.
- Franco, A. (2008). Curso interactivo de física en internet. from [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica\\_/index.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/index.html)
- Fredes, C., Hernández, J. P., & Diaz, D. A. (2011). Potencial y problemas de la simulación en ambientes virtuales para el aprendizaje. Universidad Católica de Maule, Chile.
- Gámez, J. J. (2019). Diseño de Prácticas de laboratorio virtual de Física I para el plan E de ingeniería en Automática. (Trabajo de Diploma), Universidad Central de las Villas, Cuba.
- García Barneto, A. y Bolivar Raya, J. P. (2005). Uso de simulaciones informáticas en la enseñanza de la física: movimientos armónicos simples y ondulatorios. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Número extra. VII Congreso
- González, Á., Gisbert, M., Guillem, A., Jiménez, B., Lladó, F., & Rallo, R. (1996). "Las nuevas tecnologías en la educación". En Salinas, Jesús et al. (eds.). Redes de comunicación, redes de aprendizaje. Universitat de les Illes Balears: EDUTEC'95, págs. 409-422.
- Hernández, A. C. (2013). Sistema de actividades para propiciar la evaluación formativa en la enseñanza de la física. (Doctor en Tecnología Educativa), Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca, España.
- Herrera, K. C. L. (2008). Estrategia didáctica para la elaboración y aplicación de entornos virtuales de aprendizaje en las prácticas de laboratorio de física para la educación superior. (Doctor en Ciencias Pedagógicas), Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Infante, C. J. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de Laboratorios Virtuales como actividad complementaria en las asignaturas Teórico - Prácticas. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 19, 917-937
- Kofman, H.A., Tozzi, E.J., & Lucero, P.A. (2000). La unidad experimento-simulación en la enseñanza informatizada de la Física, Revista de Enseñanza y Tecnología.

- Lara, P., & Duart, J. M. (2005). "Gestión de contenidos en el e-learning: acceso y uso de objetos de información como recurso estratégico" Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 2, nº2, <http://www.uoc.edu/rusc/2/2/dt/esp/lara.pdf>.
- Lévy, P. (2007): Cibercultura. La cultura digital de la sociedad digital. Barcelona. Anthropos.
- Lorandi, A.; Hermida, G.; Hernández, J. y Ladrón de Guevara, E. (2011). "Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería", Revista Internacional de Educación en Ingeniería, vol. 4, pp. 24-30.
- Mata, F. (2002). "Universidad y TIC. Implicaciones prácticas". Congreso Europeo de Aplicación de Las Nuevas Tecnologías a la Enseñanza, Barcelona.
- Márquez, I. V. (2010). La simulación como aprendizaje: educación y mundos virtuales. Universidad Complutense de Madrid, España
- .Martínez, S., Tarazona, A. C., & Hervás, A. (2003). "La calidad en el proceso de formación vía Internet: el planteamiento de la Universidad Politécnica de Valencia". III Congreso Aplicación de las Nuevas Tecnologías en La Docencia Presencial y e-learning, Valencia.
- Martínez, K & Revilla, R. (2005). Simulaciones virtuales complementarias a la asignatura de Física, TICEC'05, ARG.
- Mayer, R. (2000). "Diseño educativo para un aprendizaje constructivista". En Reigeluth, Charles (ed.), Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos. Madrid: Aula XXI Santillana, págs. 154171.
- Méndez, V. H., & Monge, J. (2009). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: La opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. Universidad de Costa Rica, Costa Rica
- MES. (2017). Plan de Estudio "E". Carrera Ingeniería Automática.
- MES. (2018). Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. Resolución No.2/2018.
- .Ré, M. A., Arena, L. E., & Giubergia, M. F. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

- Rodríguez, A. D., & Llovera, J. J. (2012). Resultados preliminares de solidez en el aprendizaje de la Física obtenidos con la complementación mutua de los laboratorios reales y las simulaciones virtuales de experimentos docentes. Paper presented at the VI Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria La Habana, Cuba.
- Rodrigo, V. (2003). Modelo de referencia de laboratorios virtuales y aplicaciones a sistemas de tele-educación. Tesis Doctoral.
- Rojas, W. Y., & Fagua, A. L. (2013). Laboratorios remotos y virtuales: una herramienta para el desarrollo de prácticas en ingeniería. Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Colombia.
- Rosado, L. & Herreros, J. R. (2002) Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines, Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias, Madrid, UNED, pp. 415-603.
- Rosado, L. y Herreros, J. (2009). "Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física", Recent Research Developments in Learning Technologies, International Conference on Multimedia and in Education, 22-24 abril, Lisboa. Disponible en: [www.formatex.org/micte2009/](http://www.formatex.org/micte2009/).
- Salinas, J. (1997). "Nuevos ambientes de aprendizaje para una Sociedad de la información". Revista Pensamiento Educativo. Nº 20, págs. 81-104.
- Salinas, J. (1998). "Redes y educación: Tendencias en educación flexible y a distancia". En Pérez el al. (coord.). Educación y Tecnologías de la Educación. Oviedo: II Congreso Internacional de Comunicación, Tecnología y Educación, <http://www.uib.es/depart/gte/tendencias.html>.
- Salinas, J. (1999). "Qué se entiende por una institución de educación superior flexible". EDUTEC´99, Universidad de Sevilla. <http://www.uib.es/depart/gte/edutec99.html>.
- Sanz, A. y Martínez, J. (2005). "El uso de los laboratorios virtuales en la asignatura Bioquímica como alternativa para la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación", Tecnología Química, vol. 25, núm. 1, pp. 5-17.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H., & Freedman, R. (2016). Física Universitaria (Vol. 1). La Habana: Editorial Félix Varela Soto, C. F., Senra, A. I., & Otero, M. (2009), "Ventajas del

uso de las tics en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles”, EDUTECH 29.

Torres, A. (2019). Diseño de Prácticas de Laboratorios Virtuales de Física II para el plan E en la carrera de Ingeniería en Automática. (Trabajo de Diploma) Universidad Central de las Villas, Cuba.

Unesco. (2000). Informe de la Reunión de Expertos sobre Laboratorios Virtuales, París: Unesco. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001191/119102s>.

Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J., Cartwright, H., & Valentine, K. (2008). “Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas”, Ikastorratza, e-Revista de didáctica, vol. 3, pp. 1-21.

Zurita, S. (2015). Simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el inter aprendizaje en las Prácticas de Laboratorio de Física del Primer Año de Bachillerato del Colegio Nacional Mariano Benítez. (Magíster en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador.

## ANEXO

### Informe de laboratorio de la Práctica de oscilaciones libres en el sistema cuerpo-resorte.

**Nombre:** Estudiante

**Ejercicio 1:** Determinar la constante elástica de tres resortes.

Utilizando la ecuación:

$$-kx_0 + mg = 0$$

Despejamos el valor de k:

$$k = \frac{mg}{x_0}$$

Luego de obtener todos los valores de k para cada masa, calculamos el promedio de estos y obtenemos el valor medio de k que sería el indicado para cada resorte.

Para el resorte 1, escogemos en la escala de selección de fuerza del resorte la opción número 3, y efectuamos las mediciones para determinar el desplazamiento correspondiente, y con la ecuación anterior encontramos el valor de la k.

**Tabla 1.1**

$m(10^{-3}kg)$	50	100	150	200	250	300
$x_1(10^{-3}m)$	8	16	25	33	41	49
$k_1(N/m)$	6.125	6.125	5.88	5.93	5.97	6

Obtenemos como  $k_1$  media: 6 N/m

Para el resorte 2 seleccionamos la opción número 6 en la escala y efectuamos las mismas operaciones anteriores.

**Tabla 1.2**

$m(10^{-3}kg)$	50	100	150	200	250	300
$x_2(10^{-3}m)$	6	11	16	22	26	33
$k_2(N/m)$	8.17	8.9	9.2	8.9	9.4	8.9

Obtenemos como  $k_2$  media: 8.9 N/m

**Tabla 1.3**

$m(10^{-3}kg)$	50	100	150	200	250	300
$x_2(10^{-3}m)$	4	8	12	16	21	25
$k_3(N/m)$	12.25	12.25	12.25	12.25	11.66	11.76

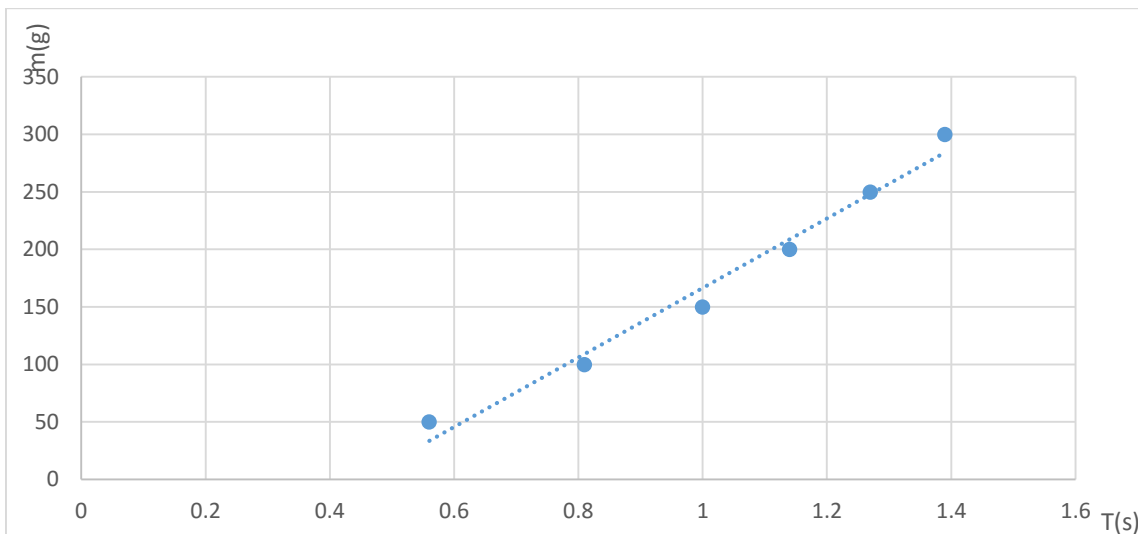
Obtenemos como  $k_3$  media: 12.07 N/m

**Ejercicio 2:** Estudio de la dependencia del período de las oscilaciones con la masa del sistema cuerpo – resorte.

a) Variamos la masa y observamos qué ocurre con el período

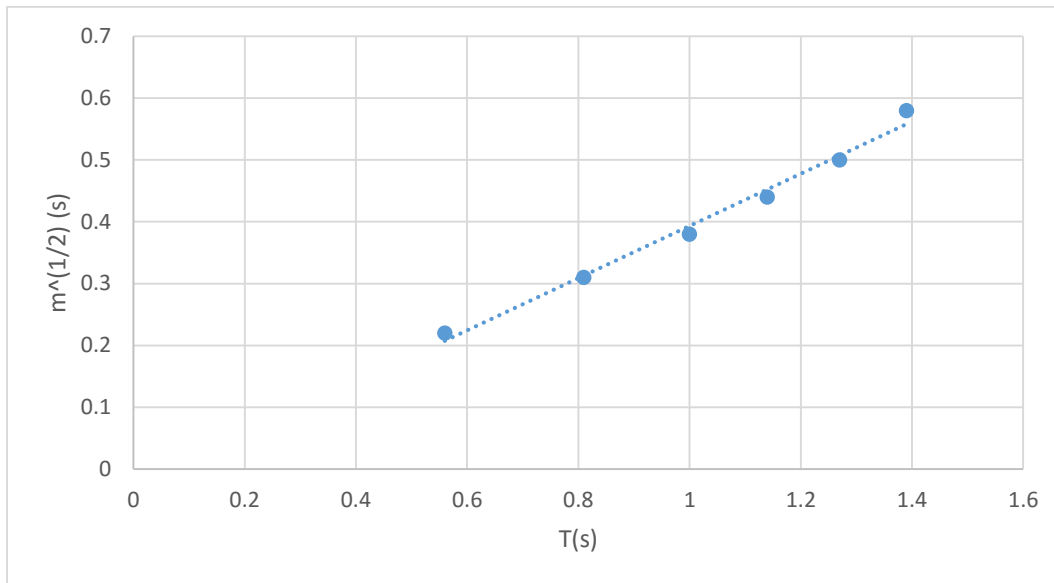
**Tabla 2.1**

$m(10^{-3}Kg)$	50	100	150	200	250	300
$T(s)$	0.56	0.81	1	1.14	1.27	1.39
$\sqrt{m(kg)}$	0.22	0.31	0.38	0.44	0.5	0.58

**Figura 2.1**

b)

**Figura 2.2**



c) Al observar la gráfica podemos observar que la relación entre el período y la raíz cuadrada de la masa son directamente proporcionales, se puede comprobar teóricamente al analizar las ecuaciones:

$$f = \frac{1}{T} \quad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad T = 2\pi / \left(\sqrt{\frac{k}{m}}\right) = \frac{2\pi}{\sqrt{k}} \sqrt{m}$$

Se observa como las ecuaciones respaldan esta conclusión.

**Ejercicio 3:** Estudio de la dependencia del período de las oscilaciones con la constante elástica del resorte.

a) Tomamos los valores de constantes elásticas obtenidos en el ejercicio 1, que corresponden en la escala de opciones para modificar esta variable con los valores 3,6 y 9 de dicha escala.

$$k_1 = 6.00 \text{ (N/m)}$$

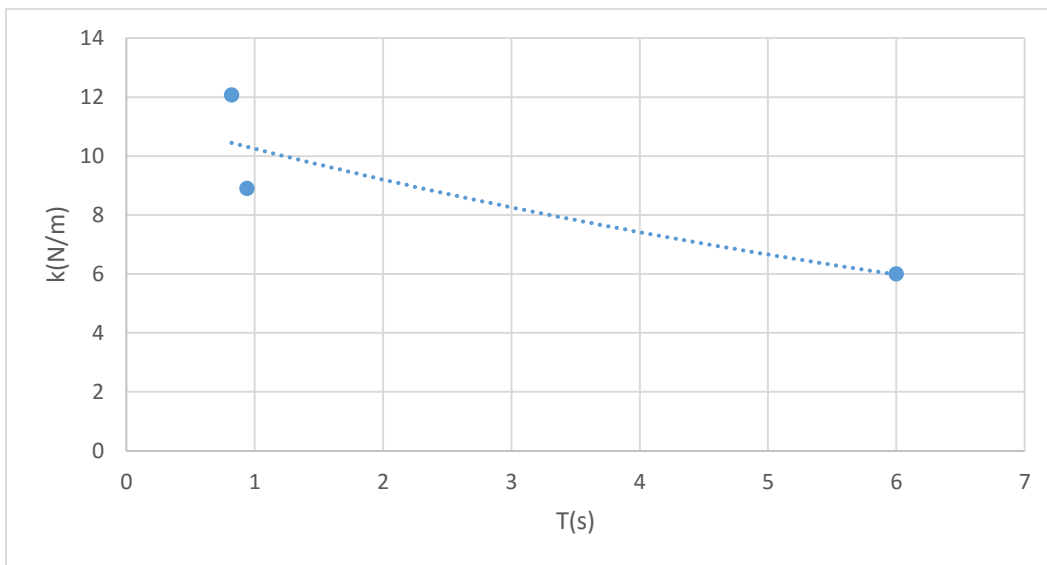
$$k_2 = 8.90 \text{ (N/m)}$$

$$k_3 = 12.7 \text{ (N/m)}$$

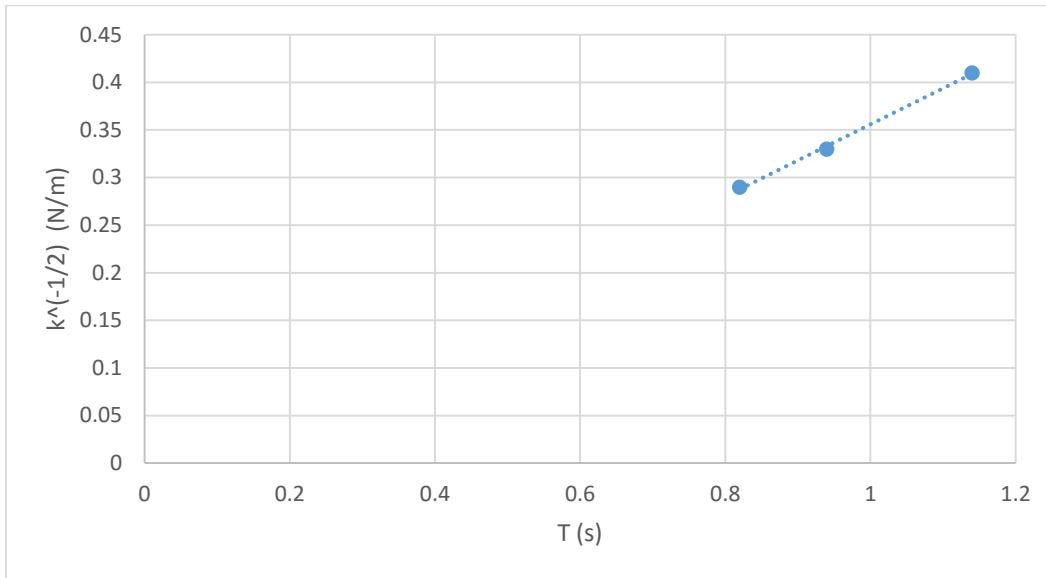
**Tabla 3.1**

$k(N/m)$	6.00	8.90	12.7
$T(s)$	1.14	0.94	0.82
$\frac{1}{\sqrt{k}}$	0.41	0.33	0.29

**Figura 3.1**



**b) Figura 3.2**



c) Al analizar la gráfica podemos apreciar que su relación es directamente proporcional y que podemos corroborar al observar la ecuación obtenida anteriormente:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{k}} \sqrt{m}$$

**Ejercicio 4:** Estudio de la variación del período con la amplitud de las oscilaciones.

Con el sistema cuerpo – resorte, mantenemos constante la masa del cuerpo y la constante del resorte y determinamos el período de oscilación para cinco amplitudes de oscilación diferentes.

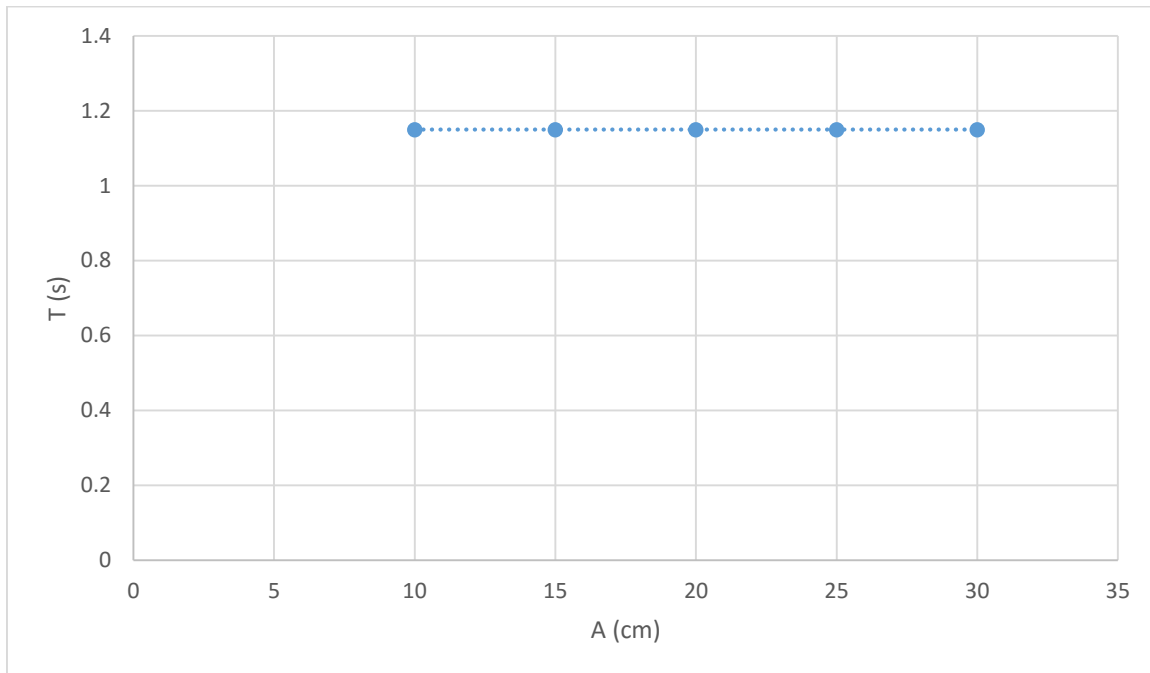
- a) En la simulación nos apoyamos en la regla para poder determinar la amplitud deseada en cada caso.

Tomamos como masa del cuerpo  $m=200\text{g}$  y como constante del resorte el número 3 de la escala que ya calculamos  $k=6\text{ N/m}$

**Tabla 4.1**

$A(\text{cm})$	10	15	20	25	30
$T(\text{s})$	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15

**Figura 4.1**



b) El período se mantiene constante independientemente la amplitud, ya que esta no incide en el período de las oscilaciones del sistema como se observa en la ecuación:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{k}} \sqrt{m}$$

**Ejercicio 5:** Estudio de la relación del período del sistema cuerpo – resorte con la gravedad del lugar.

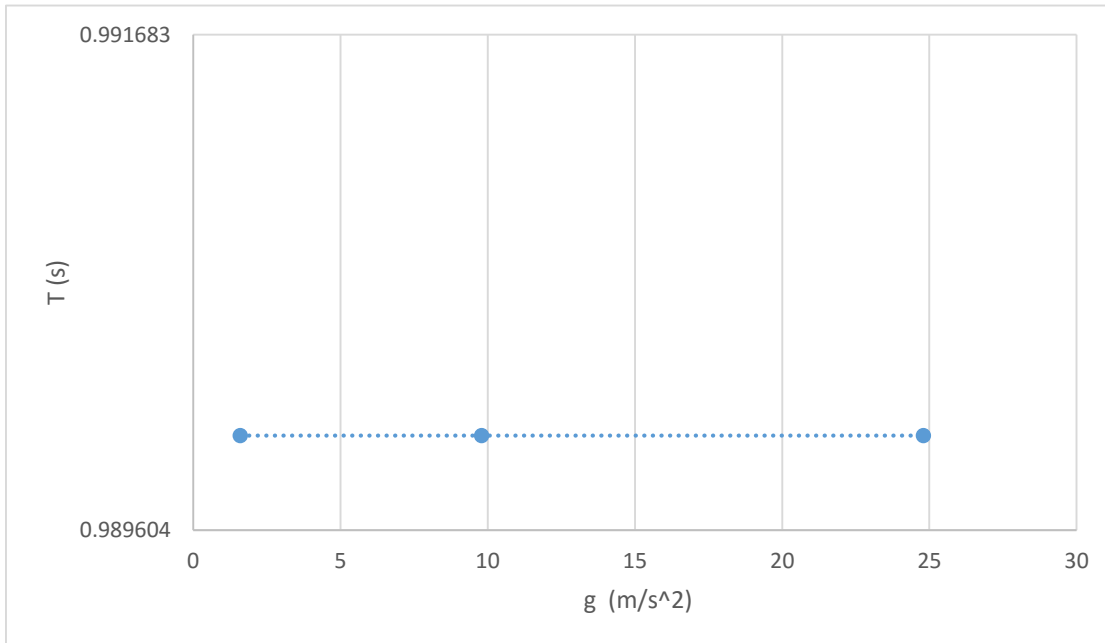
Se quiere determinar la posible o no relación entre el período de oscilación del sistema cuerpo – resorte con la gravedad. Con la ayuda del simulador verificamos si existe alguna dependencia entre el período de oscilación del sistema cuerpo - resorte y la gravedad del lugar.

a)

**Tabla 5.1**

<i>Lugar</i>	<i>Tierra</i>	<i>Luna</i>	<i>Jupiter</i>
$g (m/s^2)$	9.8	1.6	24.8
$T(s)$	0.99	0.99	0.99

**Figura 5.1**



b) Antes cambios en el valor de la gravedad el período se mantiene constante ya que dicho período no depende de la gravedad. La gravedad afecta directamente el desplazamiento (x) del sistema ante una constante elástica del resorte y masa, ambas constantes.

$$-kx_0 + mg = ma$$

**Ejercicio 6:** Determinar la masa de un cuerpo.

Se necesita determinar la masa del cuerpo azul (rosado o verde) usando solamente los materiales del laboratorio. Con la ayuda del simulador buscamos dos formas diferentes de poder determinar la masa del cuerpo.

Escogemos el cuerpo azul.

Variante 1:

Utilizando la ecuación:

$$-kx_0 + mg = 0$$

Despejando m:

$$m = \frac{kx_0}{g}$$

Sustituyendo las variables conocidas en la simulación (k, g) y midiendo x tenemos:

k=6 N/m (anteriormente calculada para escala 3)

g=9,8 m/s<sup>2</sup>

x=19.5 cm =0.195 m

Obteniendo como resultado m= 0.119 kg

Variante 2:

Utilizando la ecuación obtenida en ejercicios anteriores:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{k}}\sqrt{m}$$

Despejamos la masa quedando:

$$m = \left(\frac{T\sqrt{k}}{2\pi}\right)^2$$

Conocemos:

k=6 N/m

Obtenemos por medio de una medición

T= 0.89 s

Al sustituir en la ecuación obtenemos que m= 0.120 kg

- c) Los resultados obtenidos por ambos métodos son muy parecidos, existiendo una leve diferencia debido a las mediciones realizadas y que causan esa leve variación. Ambos métodos son útiles dependiendo de las características del experimento y de las variables que podamos conocer.

## **Conclusiones**

En esta Práctica de Laboratorio he podido sistematizar contenidos estudiados en clases y realizar experimentos con el sistema masa-resorte, comprobando en la práctica el contenido teórico recibido. En esencia he apreciado que la constante elástica es característica del material de cada resorte. Si se le aplica igual Fuerza y se usa igual masa, las elongaciones serán diferentes, siendo mayores donde  $k$  sea menor. También aprecié la relación directa lineal entre el período de las oscilaciones y la masa del sistema y entre el período de las oscilaciones la constante elástica del resorte. He podido comprobar que el período de las oscilaciones no varía con la amplitud ni con la constante de la gravedad del lugar donde se hace el experimento.