



Facultad de
Ingeniería

UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Facultad de Ingeniería, Escuela de Sistemas y Telecomunicaciones

“Diseño de un modelo metodológico innovador de prácticas de Laboratorio de Física en aula virtual”

Trabajo de Titulación que se presenta como requisito para el título
de Ingeniero En Electrónica

Autor: Cecilia Patricia Tobar Espinoza

Tutor: Msc. Washington Caraguay

Samborondón, Junio del 2020



Facultad de
Ingeniería

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de la estudiante Cecilia Patricia Tobar Espinoza, que cursa estudios en el programa de TERCER nivel: Ingeniería en Electrónica, dictado en la Facultad de Ingeniería, Escuela de Sistemas y Telecomunicaciones de la UEES, en modalidad presencial.

CERTIFICO

Que he revisado el Trabajo de Titulación denominado: “Diseño de un modelo metodológico innovador de prácticas de Laboratorio de Física en aula virtual”, presentado por la estudiante Cecilia Patricia Tobar Espinoza, como requisito previo para optar por el Grado Académico de Ingeniero en Electrónica CERTIFICO que el Trabajo de Titulación ha sido analizado y reúne todos requisitos para ser presentado y sometido a los procesos de revisión estipulados por la Facultad.

Atte.

Ing. Washington Caraguay

Reconocimientos

Me gustaría agradecer profundamente a mi tutor de tesis, el ingeniero Washington Caraguay, quien dedico mayor parte de su tiempo en guiarme, convirtiéndose en un apoyo extraordinario para la culminación de mi tesis. Agradezco también al Ing. Antonio Cevallos, quien fue el que me impulsó para la finalización de esta gran etapa de mi vida. Para ambos queda un profundo sentimiento de estima y agradecimiento.

Agradecimiento

Mi profundo agradecimiento primeramente a Dios que siempre se mantiene a mi lado en todas las facetas de mi vida, gracias también a las personas que me mantienen en oración constante. Agradezco a mi esposo por ser el pilar fundamental y junto a mí ser el equipo perfecto para nuestra familia. Mis padres, que lo dan siempre todo por mí y me apoyan de manera incondicional y finalmente a mis hijos que son la luz de mi vida y por quienes son todos mis esfuerzos.

Índice General

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Descripción del problema.....	5
1.3	Alcance y delimitación del objeto.....	7
1.4	Objetivos.....	8
1.4.1	Objetivo General.....	8
1.4.2	Objetivos específicos.....	8
1.5	Justificación.....	9
CAPÍTULO 2	MARCO TEÓRICO.....	10
2.1	Herramientas virtuales aplicadas al proceso de enseñanza – aprendizaje de Física.....	10
2.2	Estrategias metodológicas aplicadas a las prácticas virtuales de Física.....	15
2.3	Ambientes de desarrollo en el diseño de tecnologías virtuales para la enseñanza de Física.....	18
2.4	Plataformas de desarrollo de aulas virtuales.....	27
CAPITULO 3	METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	29
3.1	Desarrollo de la metodología del modelo general basado en dos alternativas....	30
3.2	Desarrollo de la metodología de las prácticas de laboratorio con LabVIEW.....	32
3.3	Desarrollo de la metodología de las prácticas de laboratorio con Tracker.....	34
3.4	Aplicación de la metodología en 5 prácticas de laboratorio.....	36
3.5	Metodología de desarrollo del sitio web en Google Site.....	36
CAPÍTULO 4	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	40
4.1	Especificación del modelo metodológico aplicado al desarrollo de prácticas de Laboratorio de Física en aula virtual.....	40
4.2	Metodología para el desarrollo de prácticas experimentales de Física con LabVIEW.....	42
4.2.1	Planteamiento del Problema.....	42
4.2.2	Montaje del Experimento.....	44
4.2.3	Desarrollo del Experimento.....	45
4.2.4	Informe de resultados.....	47

4.3 Metodología para el desarrollo de prácticas experimentales de Física con Tracker	62
4.3.1 Planteamiento del Problemas	62
4.3.2 Elaboración del Video	63
4.3.3 Desarrollo del Experimento.....	64
4.3.4 Informe de resultados	65
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
ANEXOS.....	82
A.1 Práctica experimental de Física con LabVIEW.....	82
A.2 Práctica experimental de Física con Tracker	99
A.3 Práctica experimental de Física con Tracker.....	112
A.4 Guía de desarrollo del uso de Tracker de la práctica “Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado”	125
A.5 Guía de desarrollo del uso de Tracker de la práctica “Cinemática Rotacional” .	131
A.6 Guía de desarrollo del uso de Tracker de la práctica “Conservación de la Energía”	141
A.7 Guía de configuración inicial del software LabVIEW	145
Bibliografía.....	152

Índice de Tablas

<i>Tabla 2.2.1 Propuesta metodológica para la integración del laboratorio virtual</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2.2.2 Plan de acción del laboratorio virtual.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3.1.1 Descripción de actividades del modelo metodológico general</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3.2.1 Descripción de actividades para prácticas de laboratorio con LabVIEW</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3.3.1 Descripción de actividades para prácticas de laboratorio con Tracker</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4.1.1 Lista de materiales de la práctica con LabVIEW</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 4.1.2 Tabla de resultados de la práctica con LabVIEW</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 4.1.3 Tabla de errores de la práctica con LabVIEW</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 4.2.1 Lista de materiales de la práctica con Tracker</i>	<i>69</i>
<i>Tabla A.1.1 Lista de materiales de la práctica “Segunda Ley de Newton”</i>	<i>85</i>
<i>Tabla A.1.2 Resultados de las pruebas de la práctica “Segunda Ley de Newton”</i>	<i>98</i>
<i>Tabla A.2.1 Lista de materiales de la práctica “Cinemática Rotacional”</i>	<i>102</i>
<i>Tabla A.3.1 Lista de materiales de la práctica “Conservación de la Energía”</i>	<i>115</i>

Índice de Figuras

Figura 2.1 Laboratorio Virtual de Física. Tema “Cinemática”	20
Figura 2.2 Movimiento Acelerado en una dimensión.....	21
Figura 2.3 Laboratorio de Péndulo	22
Figura 2.4 Información teórica.....	23
Figura 2.5 Ejercicio de Física	24
Figura 2.6 Simulaciones interactivas en 3D	27
Figura 3.1 Diagrama de bloques del proceso metodológico	30
Figura 3.2 Diagrama de modelo en cascada.....	37
Figura 4. 1 Diagrama funcional de integración de sensores, tarjeta de control y computador.	45
Figura 4. 2 Panel frontal y el diagrama de bloques del Software LabVIEW	47
Figura 4. 3 Descripción gráfica de un vector en dos dimensiones	49
Figura 4. 4 Fuerzas aplicadas y su representación en Diagrama de Cuerpo Libre	50
Figura 4. 5 Representación gráfica de las componentes de un vector en tres dimensiones	51
Figura 4. 6 Montaje del Experimento y Equipos a utilizar de la práctica 2	52
Figura 4. 7 Montaje de la base del soporte vertical.....	53
Figura 4. 8 Soporte vertical ensamblado.....	53
Figura 4. 9 Ubicación de los sensores de fuerza en el soporte vertical.....	54
Figura 4. 10 Portamasas con masas de 100 gramos	55
Figura 4. 11 Conexión del dispositivo NI MyRIO con el adaptador	56
Figura 4. 12 Esquema del Experimento	56
Figura 4. 13 Panel frontal de la práctica 2.....	58
Figura 4. 14 Valores de T1 y T2 encerados	59
Figura 4. 15 Valores de T1, T2, Rx, Ry, R	59
Figura 4. 16 Diagrama de bloques de la práctica “Primera Ley de Newton”	60
Figura 4. 17 Montaje final del experimento de la práctica 1	69
Figura 4. 18 Montaje del soporte vertical de la práctica 1	70
Figura 4. 19 Soporte vertical con rampa de 1m.....	70
Figura 4. 20 Soporte vertical con la rampa inclinada y Carrito PHYWE.....	71
Figura 4. 21 Carrito PHYWE con masa de 0.1 Kg.....	71
Figura 4. 22 Software Tracker con video de la práctica 1	72
Figura 4. 23 Vara de calibración y sistema de coordenadas.....	73

Figura 4. 24 Recorrido de la masa de la práctica 1	74
Figura 4. 25 Variables a elegir de la práctica 1	75
Figura 4. 26 Gráfico de posición vs. Tiempo y tablas de datos	75
Figura 4. 27 Gráfico de velocidad vs. Tiempo y tabla de dato.....	76
Figura 4. 28 Ajuste de curva posición	77
Figura 4. 29 Ecuación del ajuste curva posición	78
Figura 4. 30 Ajuste de curva velocidad	78
Figura 4. 31 Ecuación del ajuste curva velocidad	79
Figura A. 1 Fuerza de fricción estática ante la acción de una fuerza de tensión...	84
Figura A. 2 Pista de Aluminio, bloque y sensor de fuerza	85
Figura A. 3 Pista de aluminio, bloque, sensor de fuerza y NI MyRio.....	86
Figura A. 4 Conexión del dispositivo NI MyRio con el adaptador y el sensor de fuerza	86
Figura A. 5 Esquema del Experimento.....	86
Figura A. 6 Ajuste a cero con perilla.....	88
Figura A. 7 Masa de 0.15 Kg.....	88
Figura A. 8 Masa de 0.20Kg.....	89
Figura A. 9 Masa de 0.25 Kg.....	89
Figura A. 10 Masa de 0.30 Kg.....	89
Figura A. 11 Primera Prueba utilizando 0.15Kg.	90
Figura A. 12 Segunda prueba utilizando 0.20 Kg.	92
Figura A. 13 Tercera prueba utilizando 0.25Kg.....	94
Figura A. 14 Cuarta prueba utilizando 0.30 Kg.....	96
Figura A. 15 Diagrama de bloques de la práctica 3.....	97
Figura A. 16 Movimiento circular uniforme	100
Figura A. 17 Movimiento rotatorio de una partícula.....	101
Figura A. 18 Montaje del motor con las dos masas de 0.016Kg.	103
Figura A. 19 Video en software Tracker	103
Figura A. 20 Vara de calibración y sistema de coordenadas	104
Figura A. 21 Recorrido de la masa.....	105
Figura A. 22 Variables a elegir	106
Figura A. 23 Gráfico de posición x vs. t y tablas de datos	107
Figura A. 24 Gráfico de posición y vs. t y tablas de datos	108
Figura A. 25 Gráfico de x vs. y y tablas de datos.....	109
Figura A. 26 Gráfico de θ vs. t y tablas de datos	110
Figura A. 27 Ajuste de curva de desplazamiento angular	111
Figura A. 28 Montaje del experimento.....	115
Figura A. 29 Video en software Tracker	116
Figura A. 30 Recorrido de la masa de la práctica 5.....	117
Figura A. 31 Variables a elegir de la práctica 5.....	118

Figura A. 32 Gráfico de x vs. y y tablas de datos.....	119
Figura A. 33 Definición de parámetros de la práctica 5.....	120
Figura A. 34 Curva de Energía cinética y tabla de datos	121
Figura A. 35 Curva de Energía potencial gravitacional y tabla de datos	122
Figura A. 36 Curva de Energía mecánica y tabla de datos	123
Figura A. 37 Curvas de energías respecto al tiempo	124
Figura A. 38 Página de inicio del software Tracker para la práctica 1.....	125
Figura A. 39 Software Tracker con video de cinemática	126
Figura A. 40 Barra de edición del video	127
Figura A. 41 Valores de ajuste de corte	127
Figura A. 42 Vara de calibración	128
Figura A. 43 Sistema de coordenadas	129
Figura A. 44 Como crear masa puntual.....	130
Figura A. 45 Crear una masa puntual	131
Figura A. 46 Página de inicio del software Tracker con video.....	132
Figura A. 47 Vara de calibración	133
Figura A. 48 Sistema de coordenadas	134
Figura A. 49 Crear una masa puntual	135
Figura A. 50 Recorrido de la masa.....	135
Figura A. 51 Modelo Dinámico de la Partícula	137
Figura A. 52 Constructor de modelos.....	138
Figura A. 53 Simulación del movimiento	139
Figura A. 54 Diagrama x vs. y , tabla de datos	140
Figura A. 55 Página de inicio del software Tracker con video.....	141
Figura A. 56 Vara de calibración	142
Figura A. 57 Sistema de coordenadas	143
Figura A. 58 Como crear masa puntual.....	144
Figura A. 59 Recorrido de la masa.....	145
Figura A. 60 Diagrama de conexiones del driver NI MyRio.....	146
Figura A. 61 Visualización de driver NI MyRio	147
Figura A. 62 Mensaje de conectividad de driver NI MyRio.....	147
Figura A. 63 Nombre de driver NI MyRio	148
Figura A. 64 Prueba de dispositivos integrado en driver NI MyRio	148
Figura A. 65 Driver NI MyRio con conexión	149
Figura A. 66 Configuración de LabVIEW.....	150
Figura A. 67 Creación de nuevo proyecto en LabVIEW.....	150
Figura A. 68 Creación de nombre al proyecto en LabVIEW.....	151
Figura A. 69 Creación de nuevo VI en LabVIEW	151

RESÚMEN

El Modelo de Prácticas de Laboratorio de Física consiste en la implementación de un patrón metodológico haciendo uso de dos alternativas: experimental y simulado, con las cuales se lleva a cabo prácticas experimentales que contribuyan a la enseñanza de Física, las mismas que están apegadas al método científico y su aplicación se expone en Google Site a modo de aula virtual, con el desarrollo de cinco prácticas experimentales de laboratorio. Se trata de un modelo innovador, donde además de la Física, involucra competencias de Computación y Electrónica, familiarizando al estudiante con el campo profesional desde los primeros semestres del inicio de su carrera de ingeniería.

Para llevar a efecto la aplicación del modelo, se realizó una investigación exhaustiva de las estrategias metodológicas utilizadas en el desarrollo de experimentos físicos, como también de las herramientas tecnológicas como laboratorios y aulas virtuales comúnmente desarrolladas y expuestas en la WEB. Se tuvo que investigar y seleccionar dispositivos electrónicos como sensores y tarjetas de control que puedan ser fácil manipulación y configuración por los estudiantes. Así, el modelo desarrollado expone la aplicación de dos metodologías, la primera metodología implementada, hace uso de sensores de la marca Vernier, marca reconocida en el campo de los experimentos físicos, así como también de tarjetas de control NI MyRío del fabricante National Instruments y el uso de su licencia académica, LabVIEW, tecnología muy reconocida en el campo industrial. Se requirió también el uso de una tarjeta adaptadora del fabricante Vernier, para la integración de los sensores con la tecnología National Instruments. Para la implementación de la segunda metodología, se hace uso del software Tracker, el mismo que es de carácter abierto, pero requiere de procedimientos para su operación, los mismos que han sido desarrollados en el presente trabajo.

La aplicación del modelo se refleja en el desarrollo de cinco prácticas experimentales, con la finalidad que los estudiantes se familiaricen y puedan extenderse y desarrollar otros experimentos. Finalmente, se incluye la plataforma

Google Site, sitio WEB, donde ha sido implementado a modo de aula virtual las cinco prácticas experimentales, donde además, se encuentra una amplia información complementada con videos de simulaciones de los diversos experimentos. Se deja a otros investigadores actividades como el análisis de impacto y comparación de este modelo con otros ya existentes.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Las investigaciones y estudios sobre la educación a nivel local como internacional realizados en los últimos años resaltan una paulatina despoblación de estudiantes en las carreras de ciencias, donde se imparte Física, en diversas instituciones de educación, debido a determinadas carencias en el ámbito educativo (Bravo, 2016). Esta paulatina despoblación de estudiantes conlleva a la necesidad de un replanteamiento y enriquecimiento de la enseñanza de asignaturas de ciencias, una de ellas, Física, a fin de hacerla socialmente más atractiva para los estudiantes. Para afirmar la despoblación paulatina de los estudiantes, especialmente en las carreras donde se imparte Física, se puede tomar diferentes registros de deserción y abandono en diversas titulaciones del área de ingenierías y de una fuerte disminución de ingresantes a las mismas (Conde, 2014).

Tanto docentes como autoridades universitarias se han planteado, si la carencia de motivación de los estudiantes de la materia de Física, está ligado con algunas limitaciones y deficiencias que la misma enseñanza les ofrece, así como también con los bajos resultados académicos especialmente en los cursos introductorios a la materia Física (Ferreyra & González, 2000). En este mismo ámbito, analizando los bajos resultados de los estudiantes en la materia, se estableció que el ingreso a la universidad constituye una realidad compleja, en la que influyen múltiples factores y variables, haciendo de esto un momento o situación difícil de afrontar por parte de los estudiantes, por lo que se requiere de la implementación de diversas instancias de aprendizaje, de tal forma que los estudiantes logren confrontar esta etapa de su aprendizaje. Otras carencias involucra la falta de habilidades para el estudio y la interpretación de textos, así como la falta de modelos representativos pre-científicos en temas fundamentales de Física y desconocimiento de las herramientas básicas para el estudio de las ciencias experimentales (Vicario, y otros, 2015).

De manera presencial, algunas universidades han contribuido a complementar los sistemas de enseñanza con estrategias metodológicas que se han vuelto esenciales para fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje. En lo que educación a distancia se refiere, se ha vuelto un problema el tema de los laboratorios de Física, debido a la existencia de estudiantes que se encuentran en lugares muy lejanos a su centro de estudios. Ante este panorama, se han planteado diversas alternativas o estrategias para contribuir a mejorar el proceso de enseñanza, una de ellas son las aulas virtuales de laboratorio de Física, los cuales pueden ser visitados desde cualquier lugar del mundo permitiendo simular el experimento requiriendo solamente del acceso a la plataforma a través de internet (Arguedas, Ureña , & Conejo, 2016). Se puede también enunciar la investigación realizada por King, Winner, & Ginns (2011), quienes realizaron un planteamiento en el escenario de la educación sobre Física, los cuales evidenciaron que existe una crisis en la educación científica de los estudiantes debido al distanciamiento o desacople hacia la materia. Para lograr brindar una solución, se realizó una investigación donde se busca mejorar el interés del estudiante y la motivación sin disminuir la comprensión conceptual (Zapata, 2016).

Para poder lograr una buena formación de estudiantes en el área de ingenierías, se necesita estudiantes que tengan creatividad de pensamiento. En dicho contexto, la formación de estudiantes en actividades creativas, forma parte del proceso pedagógico el cual se hace relevante y elocuente, pero las diversas investigaciones muestran resultados donde estudiantes de educación media carecen de dicha creatividad de pensamiento, por lo que es importante plantear nuevas metodologías para así de esta manera contribuir a lograr un mejor comprensión y bases para la educación superior (Massyrova, Sandibayeva, Kaptagai, Kopenbayeva, & Aidarbekova, 2014). Es cada vez más común para los maestros y las autoridades educativas de enseñanza media y universitaria, integrar el uso de tecnologías de información con el objetivo de encontrar nuevas opciones para mejorar la técnicas de enseñanza clásica de Física, pero al intentar

lograr dichos objetivos se encuentran con otra problemática, que es la falta de equipos necesarios para sus laboratorios de ciencias, esto se da por diversos factores como son: espacio físico, un presupuesto limitado, consecución y mantenimiento de los equipos.(Torres, Neira , & Egremy, 2015).

Se puede concluir que aunque existe la base tecnológica, parte del eslabón perdido es la implementación y aplicación de nuevas metodologías en la enseñanza de la Física, con métodos innovadores que despierten en los estudiantes la creatividad, la motivación y el ingenio. En el presente trabajo se diseña un modelo en donde se aplican dos metodologías de desarrollo de prácticas experimentales, en ambas se induce a la familiarización de los nóveles estudiantes universitario con habilidades profesionales de aplicaciones electrónicas y computacionales desde un nivel didáctico de desarrollo.

1.2 Descripción del problema

El conocimiento de Física que está estrechamente relacionada con las demás ciencias de las ingenierías, resulta ser la base para la formación científica de los jóvenes y tan necesaria en el mundo tecnológico actual. Este conocimiento resulta también imprescindible en los alumnos para progresar en el estudio de otros aspectos de las ciencias experimentales y más aún vinculadas con las prácticas de laboratorio que juegan un papel primordial en el proceso de enseñanza - aprendizaje(Rivera , Román , Moncayo, & Ordonez, 2009). Sin embargo, en los últimos años la tasa de deserción universitaria en las carreras de ingeniería, es un número que ha ido incrementándose tanto a nivel nacional como internacional, el cual se encuentra entre el 17 % y 40%, dependiendo de las áreas de estudio. (Bravo, 2016).

Estos valores de deserción se presentan tanto en la enseñanza presencial como a distancia. Los docentes son quienes coinciden con diversos dilemas relacionados

al abandono de los estudios por parte de los estudiantes, por lo que ellos se encuentran interesados en transformar la enseñanza clásica tradicional, tratando de emplear la experimentación como estrategia metodológica para la motivación de estudiantes, contribuyendo a reducir la tasa de deserción. Uno de los roles principales de los docentes es promover un aprendizaje significativo en el estudiante, buscando que este construya sus conocimientos en un ambiente que promueva el desafío y la motivación para la exploración, la reflexión y el descubrimiento(Arguedas-Matarrita, Concari, & Marchisio, 2017).

Consecuentemente, debido a la problemática expuesta, se observa una escasa motivación de los estudiantes tanto de educación media como superior por la materia de Física, debiéndose a diversas problemáticas existentes dentro del ámbito educativo, entre ellos: el no poseer la infraestructura adecuada donde se pueda desarrollar las prácticas experimentales ya sea por falta de presupuesto, falta de personal capacitado, carencia de equipos, entre otros factores. Por tanto, se puede presumir que las carencias existentes provocan que los estudiantes no tengan la suficiente motivación por la Física, produciéndose como resultado bajas calificaciones o deserción de las carreras de Ingenierías. Sin embargo, ante la amplia problemática existente, algunos investigadores han realizado contribuciones en el desarrollo de modelos metodológicos aplicados haciendo uso de aulas virtuales, los cuales son operados por medio de plataformas de gestión de aprendizaje a través de herramientas para la creación de dichos entornos. Es así como, las aulas virtuales representan un proceso de cambio en las formas de organización de la enseñanza experimental, donde no se va a sustituir al maestro sino que tomará el rol de controlador y facilitador de los recursos proporcionados para el aprendizaje.(Rojas Machado, Pérez Clemente, Torres Milord, & Peláez Gómez, 2014)

Entonces, si se considera el desarrollo de las prácticas experimentales como un componente fundamental en la enseñanza de la Física, el presente trabajo de titulación propone un diseño de un modelo metodológico innovador de prácticas de Laboratorio de Física en aula virtual para llevar a cabo prácticas experimentales que contribuyan a la enseñanza de Física y su aplicación se expone en Google Site a modo de aula virtual, con el desarrollo de cinco prácticas experimentales de laboratorio.

1.3 Alcance y delimitación del objeto

El presente trabajo de titulación desarrollará un modelo metodológico innovador de prácticas de Laboratorio de Física implementado en Google Site, a modo de aula virtual, donde con el uso de sensores, tarjetas de control, y el uso de software de simulación LabVIEW y Tracker, integración de tecnologías, se obtendrán datos de los parámetros físicos, desplegando sus gráficas en la pantalla de un computador, que permita comprobar la validez de los resultados del comportamiento del fenómeno. Entonces, el objeto de estudio consiste en el desarrollo de dos metodologías de prácticas experimentales con base en la literatura de aportes científicos desarrollados por otros investigadores, ajustándolos al contexto local universitario. Las metodologías se aplicarán en el desarrollo de cinco prácticas experimentales, que se listan a continuación:

- 1.- Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado.
- 2.- Primera ley de Newton.
- 3.- Segunda ley de Newton.
- 4.- Cinemática Rotacional.
- 5.- Conservación de la Energía.

Se ha considerado el desarrollo de estas cinco prácticas, debido a que sus temáticas son comunes en los cursos universitarios de Física I de universidades que ofertan carreras de ingeniería, (Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2020), (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2020), (Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, 2020).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Diseñar un modelo metodológico innovador de prácticas de laboratorio de Física con el uso de dispositivos electrónicos y software de desarrollo, mediante la implementación de un modelo metodológico haciendo uso de dos alternativas: experimental y simulado, contribuyendo al estado del arte de la vocación de los estudiantes por las carreras de ingeniería. .

1.4.2 Objetivos específicos

1.- Realizar una búsqueda de elementos electrónicos e información bibliográfica relacionada con el uso de herramientas virtuales y estrategias metodológicas en la enseñanza experimental de Física, para lograr la implementación de un modelo metodológico general.

2.- Implementar una metodología para el desarrollo de prácticas experimentales de Física con el software LabVIEW.

3.- Implementar una metodología para el desarrollo de prácticas experimentales de Física con el software Tracker.

4.- Desarrollo de 5 prácticas experimentales de Laboratorio de Física aplicando el modelo expuesto.

5.- Desarrollo de un sitio web donde se haga uso de la metodología propuesta.

1.5 Justificación

Las metodologías actuales de enseñanza hoy en día exigen el uso de nuevas estrategias con el apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación. La adquisición y la aplicación de conocimientos es un tema que debe ser tratado con eficacia ya que el resultado serán estudiantes con capacidades efectivas en el uso de las diferentes herramientas informáticas.(Maurel, Marín, & Barrios, Física: un espacio virtual de experimentación, 2016).

La importancia de buscar nuevos senderos en la enseñanza, aporta con estrategias que permitan a los maestros, abordar múltiples maneras en el desarrollo de sus clases. Así también es indispensable, que todas las instituciones educativas hagan uso de aulas virtuales, considerando plataformas como Google Site para así acortar las brechas digitales. Por lo que se hace necesario e indispensable, la adquisición de competencias tecnológicas por parte los docentes, que son quienes ayudarán a brindar el enfoque tecnológico que define a los estudiantes de esta nueva sociedad tecnológica, dejando de lado los modelos de enseñanza tradicional.(Dávila & Gutiérrez, 2019)

El modelo metodológico innovador de prácticas de laboratorio de Física implementado en un aula virtual que se propone en el presente trabajo de titulación, es un aporte más al proceso de transformación digital de la enseñanza, el mismo que puede ser utilizado en niveles de enseñanza medio y superior. Lo que se busca con el desarrollo de esta herramienta tecnológica es aplicar la Física Conceptual en entornos prácticos de experimentación, contrastando los modelos teóricos con los experimentales, con la finalidad de contribuir a incrementar la vocación de los estudiantes secundarios por las carreras de Ingeniería.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 Herramientas virtuales aplicadas al proceso de enseñanza – aprendizaje de Física

Numerosas son las estrategias metodológicas aplicadas a la enseñanza de Física. Los laboratorios virtuales son herramientas didácticas a los que han recurrido diversas escuelas, colegios y universidades del país y del mundo, con la finalidad de contribuir con el proceso de enseñanza – aprendizaje de Física.

La Universidad de Heidelberg en Alemania, desarrolló un laboratorio virtual llamado “Physics Modeling Environment (PME)” donde la principal motivación fue crear un ambiente modelador de Física, donde los estudiantes se encontraban capacitados para adaptar el software a sus necesidades. El objetivo principal fue lograr un fácil entendimiento del kit de simulación de la materia Física. Así también argumentaron que los experimentos reales de Física son usualmente más populares y aceptados ya que brindan al estudiante la oportunidad de tener ejemplos virtuales interactivos con la posibilidad de investigar situaciones no previstas por los maestros.(Heermann & Fuhrmann, 2000).

En el 2009, la Universidad Nacional de Loja, implementó un laboratorio virtual de Física para los estudiantes de primer año de bachillerato de una Institución de Educación Media (IEM), el cual contiene una interfaz de usuario donde aparecen los temas a desarrollar, entre ellos: Cinemática, Dinámica, Sólido Rígido, Oscilaciones, Movimiento Ondulatorio, Fluidos, Termodinámica, Electromagnetismo y Mecánica Cuántica, complementado con materiales adicionales de estudio y resolución de problemas. Este laboratorio virtual demuestra que favorece el aprendizaje, creando actitudes positivas en los estudiantes y se pueden familiarizar con actividades de investigación de las ciencias exactas(Rivera, Román, Moncayo, Ordoñez, 2009).

En la universidad de Indiana “Purdue University Indianapolis” desarrollaron un laboratorio virtual de Física, con el objetivo de lograr un mejor sentido de inmersión en las carreras donde se dicta la materia de Física y así mismo para lograr una colaboración interactiva entre los estudiantes. Este laboratorio virtual utiliza animaciones en 2D y 3D y también simulaciones interactivas. Todos los conceptos básicos de Física son cubiertos a través de experimentos, incluso muchos de ellos basados en juegos, por lo que lo hacía más entretenido al laboratorio y a la vez educativo. Con la implementación del laboratorio virtual los estudiantes podían elegir el momento preciso para ingresar a la plataforma y aprender a su propio ritmo, brindándole más tiempo a los temas de Física que ellos consideraban necesarios. El laboratorio virtual de Física fue diseñado con alta representación visual e interactiva dentro del cual se puede mejorar la habilidad de aprender y experimentar dentro de un ambiente seguro. Así también, minimiza los costos de entrenamiento (Kumar, El-Mounayri, Wasfy, Wasfy, & Peters, 2013).

En Ecuador existen iniciativas tanto en escuelas y colegios para la creación de laboratorios virtuales para la enseñanza de Física. Aunque pocas instituciones lo poseen, la mayoría de las instituciones cuentan con laboratorios modernos de computación donde se podrían realizar simulaciones de los fenómenos físicos haciendo uso de software libre o licenciados (Liu, Valdiviezo-Díaz, Riofrio, Sun, & Barba, 2015)

En la ciudad de Riobamba, en una IEM, se implementó un laboratorio virtual interactivo para la enseñanza de la Física dirigido a estudiantes de primer año de bachillerato. Como primer paso realizaron entrevistas al docente que dicta la materia de Física, y posteriormente establecieron los requerimientos iniciales del software acorde al nuevo currículum para el Primer Año de Bachillerato General Unificado. Con base en los requerimientos iniciales diseñaron el software teniendo

en cuenta que el mismo sea de fácil uso y funcional. La herramienta sobre la que se construyó el software fue PHP. Así también, el laboratorio virtual está integrado de una guía de aprendizaje, donde explican detalladamente el orden lógico de las actividades a simular, el contenido donde se encuentran los diversos temas implementados que son: Cinemática, movimiento de trayectoria bidimensional, movimiento de proyectiles, y por último tiene una retroalimentación donde se realiza una breve conclusión de los resultados obtenidos(Ausay, 2016).

En la Universidad Nacional de Chimborazo, se realizó un laboratorio virtual para la materia de Física, el cual era dirigido a estudiantes de primer año de bachillerato de un IEM, en el cual utilizaban el Software “Interactive Physics”, el cual es un programa educativo que hace fácil observar, descubrir y explorar el mundo físico junto con sus simulaciones. El software “Interactive Physics” brinda acceso a una amplia selección de controles, parámetros, objetos, ambientes y diversos componentes. Permite agregar fácilmente objetos, resortes, articulaciones, sogas y amortiguadores. Simula el contacto, las colisiones y la fricción. Puede alterar la gravedad y la resistencia del aire. Logra realizar medidas de la velocidad, la aceleración y la energía de sus objetos. Con este laboratorio virtual se puede enseñar a los estudiantes modelos de Física real sin necesidad de complicadas programaciones, todo esto mediante la ayuda de controles simples y fáciles de usar(Gavilánez, 2017).

La Universidad Nacional del Chimborazo, expone otro aporte como contribución al proceso de enseñanza – aprendizaje de Física, para lo cual realizaron un laboratorio virtual para los estudiantes de tercer semestre de la Escuela de Ciencias Exactas utilizando el modelo virtual de simulación Modellus, el cual es un programa interactivo de modelación interdisciplinaria. Este programa permite a los estudiantes realizar modelación matemática de fenómenos físicos y usa lenguajes de programación de alto nivel. Permite construcción de

animaciones, gráficos y tablas. Tiene ejemplos que pueden ser tomados como base a partir de los cuales es posible reproducirlos en otras simulaciones. Modellus está orientado a estudiar modelos temporales por lo que se pueden simular los fenómenos físicos en diferentes escenarios (casos), en los cuales los parámetros o constantes del modelo pueden ser modificados. Desde el punto de vista pedagógico, Modellus es un micromundo computacional, en el que los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje pueden reproducir en la computadora todos los procedimientos que regularmente se hacen sobre el papel (Copa, Copa, 2017).

El programa “Tecnología de Educación para la Física” (PhET), es un claro ejemplo de un software de laboratorio virtual de Física, el cual fue implementado por la Universidad de Colorado, dicho software cubría todos los temas introductorios relacionados con la materia. Todas las simulaciones podían ser accedidas vía online o descargadas para ser trabajadas offline. Las simulaciones eran científicamente exactas y ofrecían altas ilustraciones, tenían representaciones muy dinámicas acerca de los principios básicos de la materia. Al mismo tiempo, estas simulaciones jugaban un papel muy importante en la construcción de enlaces entre los conocimientos diarios de los estudiantes basados en el mundo real y los principios de la física (Abou & Ayoubi, 2018).

Aunque las tendencias en el desarrollo de laboratorios virtuales son evidentes, también es necesario destacar la existencia de empresas proveedoras de equipos de Laboratorios de Física que poseen un personal completo de científicos e investigadores que desarrollan y comercializan software y equipos de simulación de fenómenos físicos, las cuales mantienen una estrecha vigilancia sobre la evolución de la educación y los sectores de investigación. Para la implementación de laboratorios virtuales de Física se necesita el uso de software desarrollados por industrias como por ejemplo se puede citar Phywe, Vernier, Leybold, las cuales

son empresas que ofrecen productos y servicios necesarios para la enseñanza de Física conjuntamente con sus aplicaciones técnicas, dirigidos a estudiantes de escuelas, colegios y universidades. Las principales competencias de estas compañías son desarrollo, producción y distribución de equipos, sistemas y documentación con altos estándares de tecnología, para ser utilizados como herramientas en los laboratorios de Física. Estos sistemas han sido diseñados para brindar soluciones innovadoras, modernas e integrales, cumpliendo con estándares académicos de calidad, los mismos que brindan soluciones para cubrir virtualmente cada tema de Física y pueda ser explorado a través de la experimentación, facilitando de la mejor manera posible la enseñanza y capacitación de los estudiantes. Es importante mencionar los altos costos de diversos productos lo que conlleva en ocasiones a ser inaccesibles por las instituciones académicas.

Por lo expuesto anteriormente, se puede evidenciar que tanto a nivel nacional como internacional, se presenta un destacado desarrollo respecto a tecnologías virtuales, lo que quiere decir que existe un gran avance en el uso de recursos potencialmente valiosos para la educación. La vinculación de los Laboratorios Virtuales en la educación con las nuevas tecnologías, ha ampliado notablemente las oportunidades para transformar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así también, la implementación de los Laboratorios Virtuales ha servido como soporte pedagógico y didáctico para los estudiantes, obteniendo uno de los objetivos principales que es lograr una alta motivación en la materia por parte de los estudiantes de bachillerato que se encuentran cursando la materia. Consecuentemente, los laboratorios virtuales son vistos como una actividad complementaria para la materia de Física, con los cuales se ha logrado obtener resultados que son reflejados en los aprendizajes significativos alcanzados por los estudiantes y en su mayor rendimiento académico.

2.2 Estrategias metodológicas aplicadas a las prácticas virtuales de Física.

Las tecnologías virtuales constituyen un complemento a las metodologías activas de enseñanza, por lo cual algunas Instituciones de educación media y superior han implementado sus laboratorios con base a estrategias metodológicas. Se resume algunos hechos interesantes a nivel local e internacional:

Ausay (2016) afirma, en un IEM localizada en Riobamba se implementó un laboratorio virtual interactivo para la enseñanza de la materia Física dirigido a estudiantes de primer año de bachillerato. La propuesta metodológica constó de 5 etapas las que se pueden visualizar en la Tabla 2.2.1 descrita a continuación.

Tabla 2.2.1

Propuesta metodológica para la integración del laboratorio virtual

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Planteamiento de la situación	<ul style="list-style-type: none">• Trabajo individual y grupal guiado• Genera hipótesis, ideas• Plantea propuestas de soluciones
Actividad de simulación	<ul style="list-style-type: none">• Mismo experimento varias veces asignando diferentes valores de variables• Los resultados son analizados en gráficos
Informe de resultados	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos obtenidos• Análisis de estrategias• Alternativas de soluciones y conclusiones
Evaluación	<ul style="list-style-type: none">• Verificar la eficacia de la herramienta utilizada
Retroalimentación	<ul style="list-style-type: none">• Realiza un consenso de las experiencias antes y después del

	laboratorio virtual
--	---------------------

Fuente: Ausay (2016)

Gavilánez (2017) afirma que en la Universidad Nacional de Chimborazo, realizaron un laboratorio virtual para la materia de Física, el cual era dirigido a estudiantes de primer año de bachillerato, el mismo que brinda lo siguiente:

- Seleccionar una amplia gama de ejercicios listos para ejecutarse y diseñados para su plan de estudios.
- Personalizar rápidamente los modelos existentes para satisfacer sus necesidades específicas.
- Crear y compartir modelos con profesores y estudiantes.
- Comparar los datos de las simulaciones con los resultados teóricos.
- Demostrar conceptos un poco complicados de explicar.
- Mostrar las propiedades de objetos que no pueden verse en un laboratorio, como los vectores o trayectoria de un cuerpo.

Un caso de estudio de laboratorios reales versus virtuales se realizó en prácticas de ejercicios de redes eléctricas a estudiantes de la Universidad de Guayaquil, donde querían obtener una evaluación de los alumnos. Argumentaban que el rápido crecimiento en el desarrollo de software de simulación y el uso más extendido de tecnologías a ser empleadas en las aulas virtuales, incrementaba la flexibilidad en el uso de las ventajas de un laboratorio virtual, siendo algunas de las ventajas las siguientes:

- Ilimitado número de alumnos que realizan las prácticas.
- Flexibilidad en el horario para las prácticas virtuales.
- Permite simular diferentes condiciones y problemas dentro de las prácticas.
- Se obtiene resultados gráficos y numéricos.
- Reduce el costo de mantenimiento e inventario de equipo.
- Es posible realizar el experimento muchas veces.

Parra, Zambrano, Varela, & García(2017), aseveran que para realizar la metodología y ensayo tomaron como muestra de estudio dos grupos de 20 estudiantes cada uno, los mismos que realizaron el mismo ensayo en ambos laboratorios, para posteriormente comparar resultados. Cada alumno pudo disponer de equipo e infraestructura necesaria para realizar la práctica, tanto de manera real como virtual. En ambos casos se dispuso del tiempo suficiente para la culminación del laboratorio. Los logros en el aprendizaje que se evaluaron en los dos laboratorios fueron: Identificar los componentes del circuito, realizar los cálculos previos a la lectura de datos, realizar las mediciones, evaluar y emitir los resultados.

La Universidad Tecnológica Nacional, localizada en Argentina, junto con el Grupo de Investigación Educativa sobre Ingeniería (GIESIN), implementaron un laboratorio virtual donde el plan de acción que guio la experiencia fue el siguiente: (Maurel, Marin, Barrios, 2016).

Tabla 2.2.2

Plan de Acción del laboratorio virtual

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Presentación de la experiencia	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de objetivos de la propuesta • Análisis de programas de materias
Búsqueda y valoración	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración de herramientas disponibles
Selección	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de laboratorio virtual por cada tema
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de los

	laboratorios virtuales previamente seleccionados
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> • Publicación de encuestas para profesores y alumnos • Valoración de experiencia
Comparación	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación de resultados académicos obtenidos
Ratificación	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de encuestas focales a alumnos • Confirmación de resultados de encuestas

Fuente: (Maurel, Marin, Barrios, 2016).

Las Aulas Virtuales de la materia Física, es un recurso que constituye un gran apoyo a la enseñanza, a su vez facilita de cierta manera a la docencia, ayudando a comprender y reforzar los contenidos sobre la materia aprendidos anteriormente en el aula de clases por medio de la aplicación de diversas estrategias metodológicas, así mismo, este aprovechamiento de las nuevas tecnologías favorece la comprensión y aprendizaje de los conceptos físicos.

Por otra parte, teniendo en cuenta la falta de motivación en los estudiantes para aprender las materias de ciencias como son Física o Matemáticas, este uso de las Aulas Virtuales a través de la tecnología y los sistemas multimedia, brinda un gran aporte como herramienta útil para fomentar el aprendizaje.

2.3 Ambientes de desarrollo en el diseño de tecnologías virtuales para la enseñanza de Física.

Uno de los principales objetivos de las aulas virtuales es proveer simulaciones, herramientas, aplicaciones y requerimientos de experimentos reales necesarios

para la correcta implementación, las cuales se darán en un espacio eficiente donde la experimentación, comunicación y colaboración pueden ser usados para el intercambio de aprendizaje enriquecedor. A continuación se realiza un estudio de la estructura funcional de algunas herramientas tecnológicas tanto en instituciones de educación media y educación superior.

Jiménez, Martínez, & Aroca (2014) afirman que una aula virtual es un sistema computacional que pretende aproximarse al ambiente de un laboratorio tradicional, donde se visualizan instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos (Java, Flash, javascripts), imágenes o animaciones y constan de:

1.- Interfaces gráficas de usuario (GUI). Estas interfaces deben estar compuestas por los esquemas de determinados procesos más un conjunto de diagramas de señal para analizar la evolución de los parámetros y variables a lo largo del tiempo de simulación.

2.- Un entorno de cálculo matemático en el que se ejecutan las simulaciones de los procesos. Este a su vez permite realizar una completa configuración de los modelos matemáticos (perturbaciones programadas, parámetros físicos, actuación de los controladores, etc.) y de las interfaces gráficas. Las herramientas generalmente usadas en esta universidad son Matlab y Simulink.

3.- Un servidor concurrente como mecanismo para el intercambio de información a través de internet u otro canal de comunicación.

4.- Un sistema de supervisión y monitorización con el objetivo de que el profesor de forma remota supervise online el trabajo realizado por los estudiantes.

5.- Un conjunto de presentaciones conceptuales embebidas en páginas HTML como forma de proporcionar o completar las bases teóricas necesarias para abordar la realización del trabajo práctico.

Un caso de estudio de ambientes de desarrollo virtuales de la materia Física lo encontramos en un IEM, localizado en la ciudad de Riobamba, utilizaban la plataforma de aprendizaje virtual llamada Moodle, la cual se encontraba instalada y funcionando tiempo atrás, por lo que los estudiantes tenían ya un nivel alto de familiarización con la plataforma, entonces se decidió implementar en la misma plataforma el Laboratorio Virtual de Física.

En la figura 2.1 se podrá observar el simulador instalado en la plataforma enfocado al Laboratorio Virtual para el tema “Cinemática”.(Ausay, 2016).



Figura 2.1 Laboratorio Virtual de Física. Tema “Cinemática”

Fuente: (Ausay, 2016).

Mencionando otro caso de estudio que es en la Universidad Nacional de Chimborazo, donde realizaron un Laboratorio Virtual de Física enfocado a estudiantes de la Carrera de Ciencias Exactas. El programa virtual de simulación fue Modellus, el cual es un programa interactivo de modelación matemática de fenómenos físicos. Modellus está orientado a estudiar modelos temporales por lo que se pueden simular los fenómenos físicos en distintos escenarios, en los cuales los parámetros o constantes del modelo pueden ser modificados. El objeto

matriz se representa de manera divertida a través de un dinosaurio, los gráficos correspondientes al movimiento se grafican con los lápices, los vectores indican direcciones y sentidos de las variables del fenómeno. En la figura 2.2 se podrá observar un ejemplo del laboratorio virtual de Física aplicado en el movimiento acelerado en una dimensión. Las fórmulas de la cinemática se aprecian en el cuadro que se encuentra en la esquina superior izquierda del entorno de trabajo. Es importante mencionar que el entorno de trabajo permite la inserción de imágenes importadas(Copa & Copa, 2017).

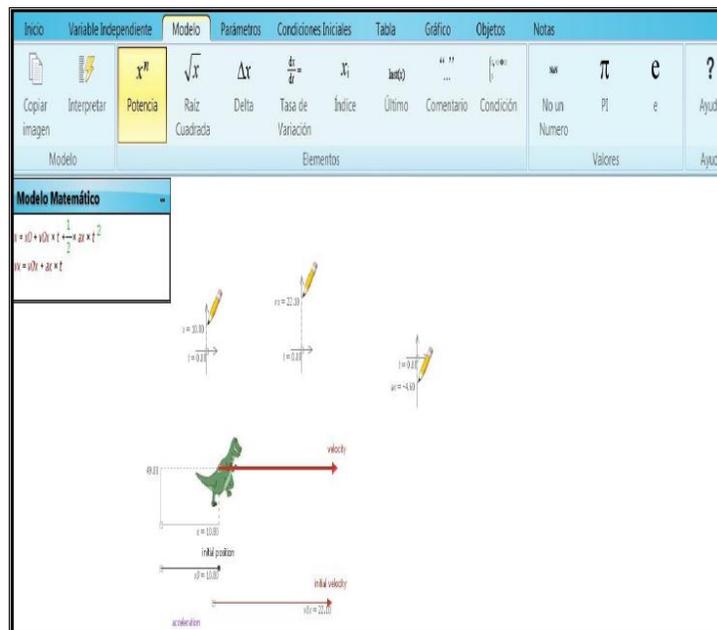


Figura 2.2 Movimiento Acelerado en una dimensión

Fuente: (Copa, Copa, 2017)

En la Universidad Nacional de La Plata, localizada en Argentina, se implementó un laboratorio Virtual de Física, dirigido a estudiantes de la materia (Maurel, 2014).

Para el Laboratorio virtual se utilizó la Plataforma Moodle, donde las temáticas fueron:

- Laboratorio de Péndulo, donde el alumno podía experimentar con uno o dos péndulos y descubrir cómo el período de un péndulo simple depende de la longitud de la cadena, la masa del péndulo y la amplitud de la oscilación. Se podía variar la fricción y la fuerza de la gravedad. En la figura 2.3 se podrá observar el laboratorio mencionado.

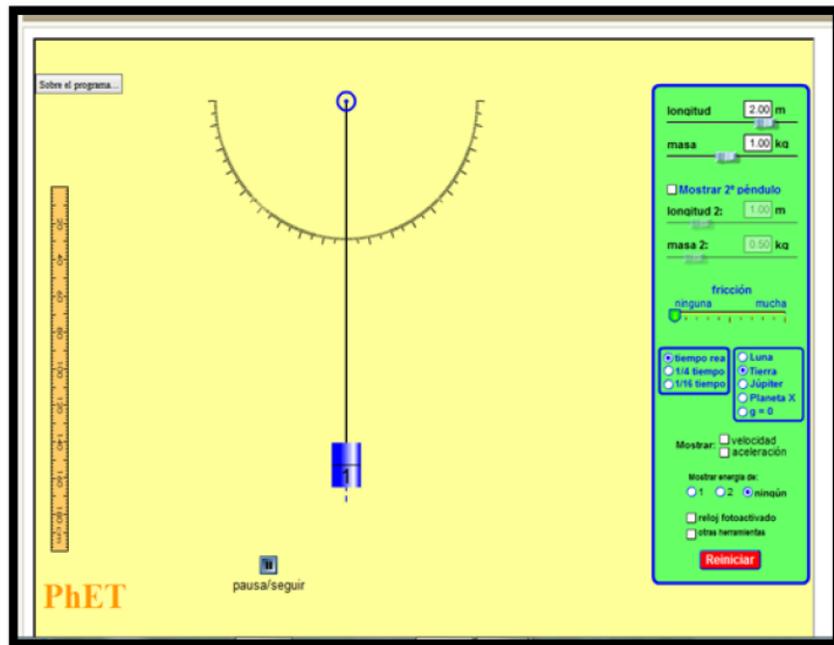


Figura 2.3 Laboratorio de Péndulo

Fuente: Maurel (2014)

En la parte de óptica Geométrica se utilizó Geometric-optics que permite entender cómo se forma una imagen en un lente, observar como los rayos de luz son refractados por un lente y como la imagen cambia cuando se ajusta la distancia focal del lente, moviendo el objeto o moviendo el lente. Se trabajó también con un laboratorio que trata los temas de Fuerzas y Movimiento. Se exploró las fuerzas en el trabajo cuando se trata de empujar un archivador. Permite crear una fuerza aplicada y se visualiza la fuerza de fricción resultante y la fuerza total que actúa sobre el gabinete. Los gráficos muestran la fuerza, posición,

velocidad y aceleración en función del tiempo. Así como también se puede visualizar un diagrama de cuerpo libre de todas las fuerzas, incluyendo las fuerzas gravitatorias y normales.

La Universidad Militar Nueva Granada, localizada en Colombia, realizó un prototipo de laboratorio virtual para el estudio del descenso de objetos en condiciones ideales, con atmósferas uniformes y no uniformes. El proyecto fue una interacción entre Física Mecánica y Multimedia. La aplicación para el laboratorio Virtual fue llamada “Vive la Fisik”, el cual fue diseñado de tal manera que se le muestra al usuario únicamente lo realmente importante en pantalla, con el objetivo de presentar el contenido de manera más clara y sencilla posible, y que no surjan dudas acerca de cómo navegar a través de la aplicación. Un aspecto importante en cuanto a los contenidos de la aplicación, fue de brindar al estudiante la posibilidad de acceder a información teórica acerca de los casos físicos planteados. Para lograr aquello se desarrolló cuadernos virtuales con los cuales los estudiantes podían interactuar. En la figura 2.4 se puede observar uno de los ambientes que posee el laboratorio virtual de Física.

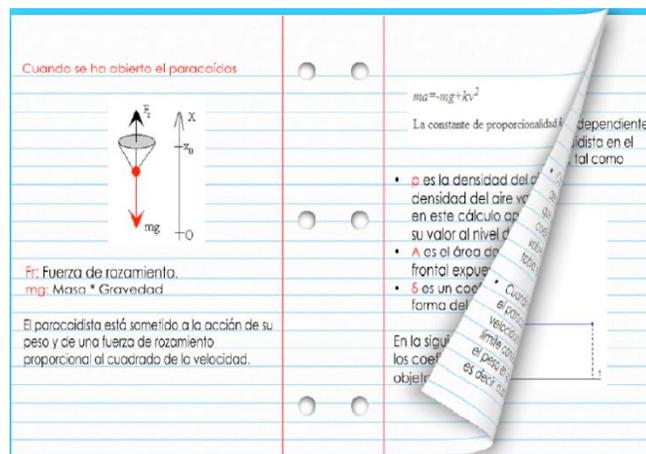


Figura 2.4 Información teórica

Fuente: Ballesteros, Vidal (2014)

Los fenómenos físicos planteados fueron simulados dentro de un ambiente 3D. Así también desarrollaron tres métodos de visualizar los datos de salida de la simulación: Tabla de datos, Informe en formato PDF, Gráfica 2D(Ballesteros & Vidal, 2014).

La universidad de Heidelberg localizada en Alemania creó un ambiente modelador de Física (PME), donde argumentaron que los programas educativos para experimentos de física comparten una estructura común:

- 1) El usuario escoge uno o varios parámetros a ingresar.
- 2) El software calcula la reacción y/o el tiempo de desarrollo del sistema.
- 3) Eventualmente un gráfico esquemático ilustra el comportamiento del sistema.
- 4) Los parámetros de interés son capturados y mostrados ya sea gráficamente o numéricamente.

En la figura 2.5 se puede observar un ejercicio ejecutado con el laboratorio virtual de física, creado por la Universidad de Heidelberg en Alemania.(Heermann, Fuhrmann, 2000).

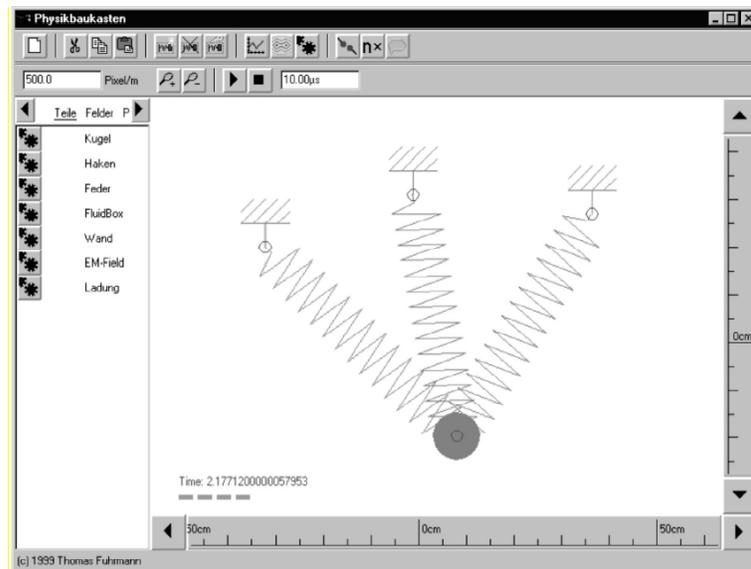


Figura 2.5 Ejercicio de Física

Fuente: Heermann, Fuhrmann (2000)

Citando otro caso de estudio tenemos a Alexiou, Bouras, & Giannaka, (2005), quienes argumentaban que en escuelas secundarias de Grecia realizaron los estudios necesarios para la implementación de laboratorios virtuales para la materia de Física. Dichos laboratorios virtuales constaban de mundos virtuales donde los usuarios son representados por humanos como avatars en 3D, y tenían la habilidad de navegar en todo el ambiente, llevar a cabo los experimentos interactuando con todo el equipo de simulación y a la vez colaborando con otros participantes. Para llegar a lograr el objetivo de la plataforma que brinda el laboratorio virtual, la funcionalidad que brindará dicho laboratorio virtual puede variar dependiendo del laboratorio que se está implementando. No obstante, en todos los casos, la plataforma del laboratorio virtual, debería soportar lo siguiente:

- Creación de laboratorios virtuales, donde la disposición y manipulación de objetos que serán utilizados deben encontrarse ampliamente disponibles.
- Representación de los usuarios, maestros tutores y estudiantes serán representados por entidades llamadas avatars.
- Creación de características dinámicas y atributos físicos de los objetos como gravedad, reflexión, refracción, etc.
- Definición de posibles vías de comunicación.

La Universidad de Indiana, localizada en Indianapolis(Kumar, El-Mounayri, Wasfy, Wasfy, & Peters, 2013), realizó un laboratorio virtual para estudiantes de nivel medio de educación, el cual estaba basado en un ambiente multimedia de realidad virtual, para proveer al estudiante una plataforma integrada y así lograr una alta eficiencia en el aprendizaje de la física experimental a través de características relevantes como son presentaciones en 2D y 3D, experimentos interactivos en 3D y un profesor virtual de la materia junto con un entrenador y asistente. Incluso el ambiente de este laboratorio virtual ofrecía juegos relacionados con la física para navegar, los cuales son muy atractivos para la nueva generación de estudiantes.

Inicialmente, antes de realizar el laboratorio virtual, los estudiantes eran evaluados para saber el nivel académico que poseían sobre ciertos conceptos físicos, así mismo el test les serviría a los maestros para identificar áreas de refuerzo para posteriormente tomar las debidas acciones. Después de haber completado el test previo sobre el tema a tratar, los estudiantes estarían listos para realizar su laboratorio, donde el primer paso era revisar las instrucciones generales disponibles en el menú del laboratorio virtual, las cuales eran brindadas por el instructor del laboratorio virtual. Este laboratorio virtual contenía numerosos experimentos interactivos como son:

- Sistema de resortes de masas.
- Bloque deslizante sobre un plano
- Caída Libre
- Bloque deslizantes sobre superficie inclinada
- Péndulo
- Deslizamiento e impacto sobre superficie plana
- Vibración de cuerdas

Es importante mencionar que dichas prácticas virtuales pueden ser realizadas desde cualquier lugar a través de internet. La plataforma provee un ambiente amigable de laboratorio donde los estudiantes pueden realizar sus experimentos interactivos. En caso de los estudiantes necesitar una ayuda adicional, un instructor virtual estará disponible para brindarles soporte durante su experimento. Luego de haber realizado la práctica virtual, los estudiantes podrán enviar sus datos experimentales desde el laboratorio virtual de física a una hoja de Excel, la cual a su vez analizará los resultados finales. En la figura 2.6 se puede observar las simulaciones interactivas en 3D del laboratorio virtual de Física(Kumar, El-Mounayri, Wasfy, Wasfy, & Peters, 2013).

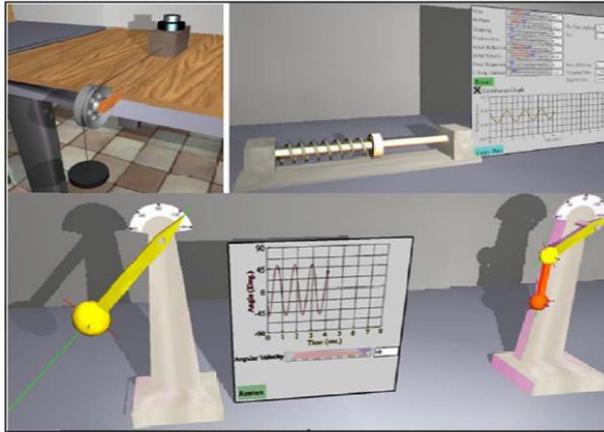


Figura 2.6 Simulaciones interactivas en 3D

Fuente: (Kumar, El-Mounayri, Wasfy, Wasfy, & Peters, 2013)

De forma general, se puede concluir que en el desarrollo de una herramienta Virtual altamente interactiva se convierte en una experiencia innovadora, tanto como para maestros y estudiantes, desarrollados en un ambiente web que motiva y emociona a los estudiantes de hoy, que son jóvenes tecnológicos, dentro de una sociedad la cual está llena de fenómenos físicos que muchas veces son complicados de entender en un aula de clases, por lo que los laboratorios Virtuales ayudarían al proceso de aprendizaje, a la vez también ayudarían a los maestros a diversificar su proceso de enseñanza y desarrollar aún más el manejo de habilidades y herramientas tecnológicas.

2.4 Plataformas de desarrollo de aulas virtuales

La creación de páginas webs se ha vuelto indispensable para obtener una mayor visibilidad y posicionamiento de la información a mostrar. Existen diversas plataformas gratuitas en las cuales se pueden realizar las páginas webs como son: WordPress, Weebly, WIX, IMCreador, Websitebuilder, SnapPages, etc, cada una de las cuales ofrece sus múltiples ventajas. Para el presente Trabajo de Titulación se ha designado trabajar en la plataforma Google Site(Fuentes, 2016).

Google Site es una aplicación gratuita que permite la creación de sitios webs personalizados sin necesidad de saber complejos lenguajes de programación. Su diseño y construcción es amigable y muy fácil de manejar, solo se necesita tener acceso a internet desde cualquier ordenador. A través de Google Site se puede compartir información para un grupo reducido de personas o para todo el mundo (Dávila & Gutiérrez, 2019).

Entre las características principales de Google Site se encuentran:

- Creación y actualización del sitio web de manera personalizada.
- Creación de subpáginas.
- Sitio web puede ser público o privado
- Dispone de diversas plantillas para el sitio web. (Bassas, 2013)
- Fácil integración de contenido multimedia como son videos, documentos, hojas de cálculo, etc.
- Búsqueda con la tecnología Google.

De acuerdo al soporte bibliográfico estudiado se puede afirmar que Google Site es una herramienta que puede brindar mucho apoyo para los laboratorios virtuales de Física que se desea implementar, ya que nos encontramos a un ritmo donde los avances tecnológicos de estudio requieren de herramientas modernas. Con la creación de Google Site se puede contar con múltiples ventajas en el momento de la creación y edición de páginas webs para luego poder reforzar aún más el aprendizaje.

CAPITULO 3 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

En el presente capítulo, se exponen los procedimientos y métodos utilizados para cumplir con los objetivos propuestos en el Capítulo 1. Es decir, se describen de forma detallada los pasos que se van a seguir para cumplir con el propósito del trabajo de titulación dentro del alcance especificado. A continuación, se expone el diseño de la investigación del presente trabajo.

El presente trabajo de titulación es un tipo de investigación aplicada debido a que se implementa una metodología de desarrollo de prácticas experimentales y simuladas, lo que se aplica al desarrollo de 5 prácticas de laboratorio con el uso del software LabVIEW y Tracker, con base en lineamientos y criterios de otros investigadores. Es de mencionar que se realiza un estudio exhaustivo de las herramientas virtuales desarrolladas y las estrategias metodológicas aplicadas en los cursos de Física de diferentes instituciones de educación media y superior, describiendo cada una de las fases que los componen, por tanto es de carácter exploratorio y descriptiva.

Si bien es cierto se desarrolla una aula virtual de laboratorio de simulación y experimentación haciendo uso del software LabVIEW y Tracker, la investigación tiene un carácter cualitativo y de campo, debido a que se utilizan dispositivos electrónicos como sensores y tarjetas de control, constituyéndose en una interfaz interactiva gráfica de usuario, consecuentemente es un tipo de investigación aplicada.

En la primera etapa se describe la metodología del modelo general basado en las dos alternativas que son experimental y simulado, en la segunda etapa se describe la metodología para desarrollar las prácticas experimentales de laboratorio con el uso del software LabVIEW, la tercera etapa consiste en la

descripción de la metodología para desarrollar las prácticas simuladas de laboratorio con el uso del software Tracker, la última etapa consiste en el desarrollo de 5 prácticas de laboratorio con la finalidad de aplicar la metodología desarrollada, y finalmente se describe la metodología de desarrollo del sitio web en Google Site con la finalidad de exponer con 5 prácticas de laboratorio aplicando la metodología desarrollada.

En la Figura 3.1 se muestra un diagrama de bloques generalizado del proceso metodológico descrito.

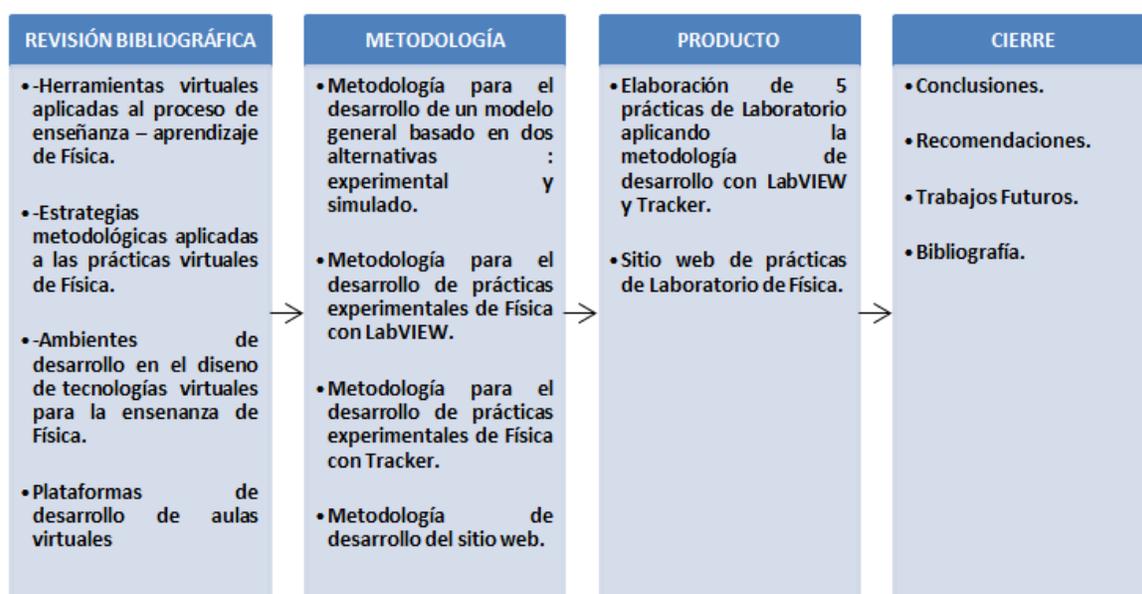


Figura 3.1 Diagrama de bloques del proceso metodológico

Fuente: Elaboración propia

3.1 Desarrollo de la metodología del modelo general basado en dos alternativas

En la tabla 3.1.1 se describen las actividades de la metodología del modelo general basado en las dos alternativas que son experimental y simulado.

Tabla 3.1.1

Descripción de actividades del modelo metodológico general

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Planteo de la práctica de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Se lo asigna previo planteamiento de y formulación del problema.- Tener ya planteado los objetivos a alcanzar.
Elaboración de la estructura de las prácticas de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Se realiza un conjunto de acciones que son designadas de acuerdo a las herramientas disponibles.
Implementación de las prácticas de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Alternativa experimental: Realizar la configuración y programación del algoritmo en LabVIEW.- Alternativa simulación: Realizar la configuración y ejecución del software Tracker.
Informes finales acerca de la implementación.	<ul style="list-style-type: none">- Elaboración del respectivo informe de laboratorio, haciendo uso del método científico.

Fuente: Elaboración propia

3.2 Desarrollo de la metodología de las prácticas de laboratorio con LabVIEW

Con base en la investigación expuesta en la sección 2.2 del Capítulo 2, en la Tabla 3.2.1 se plantea la siguiente metodología para el desarrollo de prácticas de laboratorio con el uso del software LabVIEW.

Tabla 3.2.2

Descripción de actividades para prácticas de laboratorio con LabVIEW

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Planteamiento del Experimento	<ul style="list-style-type: none">- Selección de integrantes.- Planteo de Objetivos.- Realimentación de teorías.
Montaje del Experimento	<ul style="list-style-type: none">- Selección de equipos y dispositivos electrónicos a utilizar.- Configuración del Software LabVIEW para el desarrollo del programa solución.
Desarrollo del Experimento	<ul style="list-style-type: none">- Formulaciones y modelos matemáticos.- Desarrollo del programa solución en LabVIEW.- Creación de Interfaz gráfica de usuario para visualización de resultados.

Informe de resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de datos obtenidos. - Alternativas de soluciones para comparación y validación. - Conclusiones.
-----------------------	--

Fuente: Elaboración propia

A continuación se fundamenta cada una de las actividades expuestas.

1. Planteamiento del experimento: En esta actividad se selecciona los integrantes que realizarán la práctica, así como también se plantea los objetivos en los cuales debe estar evidenciado que es lo que se va a desarrollar, cómo se lo llevará a cabo y para qué se lo realizará. Posteriormente se hace referencia a los principios físicos relacionados directamente con la práctica de laboratorio, por medio de un breve marco teórico, con sus respectivas fórmulas, resaltando las ecuaciones más relevantes y principios que guardan relación directa con la práctica experimental a tratar.
2. Montaje del experimento: En esta actividad se selecciona los equipos y dispositivos electrónicos que serán utilizados en el desarrollo de la práctica. Se realiza la respectiva configuración del software LabVIEW para posteriormente realizar la programación.
3. Desarrollo del experimento: En esta actividad se obtiene el modelo matemático del fenómeno físico en estudio. Se desarrolla el programa solución en LabVIEW, el mismo que haciendo uso de librerías propias del software se implementa un programa que toma en consideración las señales proporcionadas por los sensores que se seleccionó en la actividad 2.
4. Informe de resultados: En esta actividad se comparan o interpretan los resultados obtenidos con el fin de emitir un buen criterio sobre el experimento físico. El estudiante informa lo que se ha logrado y los

resultados alcanzados en la experimentación en función de los objetivos planteados.

3.3 Desarrollo de la metodología de las prácticas de laboratorio con Tracker

En la Tabla 3.3.1 se plantea la siguiente metodología para el desarrollo de prácticas de laboratorio con el uso del software Tracker.

Tabla 3.3.1

Descripción de actividades para prácticas de laboratorio con Tracker

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
Planteamiento del Experimento	<ul style="list-style-type: none"> - Selección de integrantes. - Planteo de Objetivos. - Realimentación de teorías.
Elaboración del Video	<ul style="list-style-type: none"> - Selección de equipos y dispositivos a utilizar. - Identificación y adecuación del entorno donde se realizará el fenómeno. - Ejecución y filmación del fenómeno físico.
Desarrollo del Experimento	<ul style="list-style-type: none"> - Configuración del software Tracker. - Simulación del fenómeno en el entorno Tracker.

	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de Gráficas para el análisis de resultados.
Informe de resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de datos obtenidos. - Alternativas de soluciones para comparación y validación. - Conclusiones.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se fundamenta cada una de las actividades expuestas.

1. Planteamiento del experimento: En esta actividad se selecciona los integrantes que realizarán la práctica, así como también se plantea los objetivos en los cuales debe estar evidenciado que es lo que se va a desarrollar, cómo se lo llevará a cabo y para qué se lo realizará. Posteriormente se hace referencia a los principios físicos relacionados directamente con la práctica de laboratorio, por medio de un breve marco teórico, con sus respectivas fórmulas, resaltando las ecuaciones más relevantes y principios que guardan relación directa con la práctica experimental a tratar.
2. Elaboración del video: En esta actividad se inicia seleccionando los equipos y dispositivos que serán utilizados en el desarrollo de la práctica. Se busca un entorno apropiado para el correcto desarrollo del experimento para posteriormente llevar a cabo la filmación de video, el cual se lo realiza con algún dispositivo electrónico que permita grabar, ya sea celular, Tablet o cámara fotográfica, etc.
3. Desarrollo del experimento: En esta actividad lo primero que se realiza es cargar el video dentro del software Tracker dándole las configuraciones iniciales para la correcta edición del video, las mismas que se encuentran detalladas en los anexos, para posteriormente

realizar la simulación del experimento, obteniendo como resultado las diversas gráficas del fenómeno físico en estudio.

4. Informe de resultados: En esta actividad se comparan o interpretan los resultados obtenidos con el fin de emitir un buen criterio sobre el fenómeno físico. El estudiante informa lo que se ha logrado y los resultados alcanzados en la experimentación en función de los objetivos planteados.

3.4 Aplicación de la metodología en 5 prácticas de laboratorio

Las siguientes prácticas han sido seleccionadas para llevar a cabo la implementación de la metodología de desarrollo, estas prácticas están alineadas a los contenidos de los Syllabus de los cursos universitarios de Física I.

Práctica 1: Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado.

Práctica 2: Primera ley de Newton.

Práctica 3: Segunda ley de Newton.

Práctica 4: Movimiento Rotacional.

Práctica 5: Conservación de la Energía.

3.5 Metodología de desarrollo del sitio web en Google Site

La metodología a utilizar para el desarrollo del Google Site es el modelo en Cascada, de acuerdo a (Zumba Gamboa & León Arreaga, 2018), brinda un enfoque sistemático y secuencial, basado en análisis, diseño, pruebas y mantenimiento. La figura 3.2 muestra las fases del modelo en cascada.

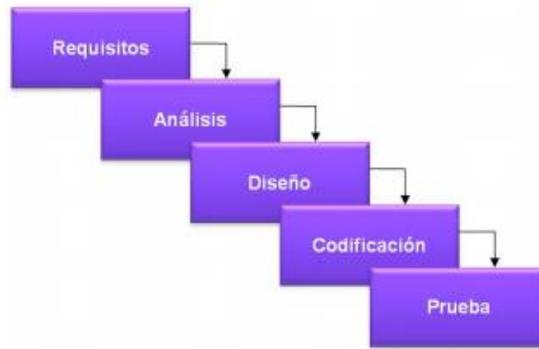


Figura 3.2 Diagrama de modelo en cascada

Fuente: (Zumba, León, 2018)

Se explica cada paso del método en cascada

- Requisitos: Se debe investigar las necesidades de los usuarios con el fin de cumplir los objetivos requeridos, incluyendo un análisis de las funciones que debe cumplir el software junto con las características que se puede ofrecer a los usuarios finales.
- Análisis: En este paso se evalúan los costos, rentabilidad y la factibilidad del proyecto.
- Diseño: En esta etapa los desarrolladores de software diseñan la arquitectura del software a implementarse en conjunto con un plan previamente determinado, obteniendo como resultado un borrador preliminar del diseño.
- Codificación: Esta etapa es la implementación del software, donde incluye la programación, búsqueda de errores y se llevan a cabo las primeras pruebas. A través de las pruebas se da lugar al producto final.
- Prueba: Las respectivas pruebas realizadas permite determinar si el software cumple o no con los requisitos que se estableció previamente de acuerdo a los requerimientos de los usuarios finales. Si se aceptan las pruebas entonces estará listo el software para su publicación.

El diseño web de Google Site se lo trabaja en la plataforma que tiene ya creada la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, dentro de la cual se puede añadir información con un permiso previo. La dirección para poder acceder a la información en Google Site es la siguiente:

<https://sites.google.com/uees.edu.ec/ingenieriauees/p%C3%A1gina-principal>

Se añade la información dentro de la pestaña ya creada “*Proyectos de Investigación*”. Para el correcto desarrollo de la página de soporte en Google site se va a implementar una guía metodológica la cual se la empezará a describir a continuación.

- Descripción de ventana principal.- Esta ventana tiene como nombre “Aula Virtual de Física”, donde se nombra las cinco prácticas a desarrollar las cuales son:
 - Práctica 1 Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado
 - Práctica 2 Primera Ley de Newton
 - Práctica 3 Segunda Ley de Newton
 - Práctica 4 Cinemática Rotacional
 - Práctica 5 Conservación de la Energía
- Descripción de Práctica 1, 4 y 5. Dentro de esta ventana se especifica lo siguiente:
 - Foto de la práctica
 - Planteamiento del experimento
 - Lista de Materiales
 - Video del fenómeno físico en archivo MP4
 - Desarrollo del experimento
 - Actividades Complementarias
 - Informe de Resultados
 - Desarrollo de la Práctica en archivo PDF
 - Guía de desarrollo de la práctica en archivo PDF

- Descripción de la Práctica 2 y 3. Dentro de esta ventana se especifica lo siguiente:
 - Foto de la práctica
 - Planteamiento del experimento
 - Lista de Materiales
 - Desarrollo del experimento
 - Informe de Resultados
 - Desarrollo de la Práctica en archivo PDF

CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

4.1 Especificación del modelo metodológico aplicado al desarrollo de prácticas de Laboratorio de Física en aula virtual

En esta sección se especifica el modelo metodológico aplicado al desarrollo de prácticas de laboratorio de Física, el mismo que por el carácter de innovador, involucra dos alternativas para su desarrollo: experimental y simulado. La primera de ellas, hace uso de dispositivos electrónicos como sensores y tarjetas de control, en conjunto con la programación en el software LabVIEW y la segunda a través de un video previamente filmado del fenómeno, se realizan simulaciones utilizando el software Tracker.

Específicamente, el modelo metodológico se basa en el conjunto de acciones que se deben realizar de manera secuencial para la ejecución de los experimentos de laboratorio, definiendo tareas y actividades de aprendizaje, para llegar a cumplir los objetivos propuestos en cada práctica. Las acciones que se deben cumplir de manera secuencial son las siguientes:

- A. Planteo de la práctica de laboratorio.
- B. Elaboración de la estructura de las prácticas de laboratorio.
- C. Implementación de las prácticas de laboratorio.
- D. Informes finales acerca de la implementación.

A continuación se detalla cada una de las acciones que intervienen en la especificación del modelo metodológico aplicado al desarrollo de las prácticas de Física.

- A. **Planteo de la práctica de laboratorio.**- El tema o tópico de la práctica de laboratorio a implementar, se lo asigna previo planteamiento y formulación del problema, el cual haciendo uso de la experimentación o simulación, se logra llegar a conclusiones por medio de la comprobación de las diversas leyes físicas, logrando satisfacer las necesidades de estudio, investigación y experimentación de los estudiantes. El tema de

la práctica de laboratorio, será designado por el tutor encargado de la materia, de acuerdo al contenido de la asignatura y al plan de acción previamente establecido. En esta acción es importante tener planteados los objetivos a alcanzar, así como los conceptos, leyes y principios físicos que se va a analizar.

B. Elaboración de la estructura de las prácticas de laboratorio.- En esta actividad, se procede a realizar un conjunto de acciones, que son designadas de acuerdo a las herramientas disponibles que se vayan a utilizar y de acuerdo a la alternativa que se escoja, experimental o simulada. Para el caso experimental, se necesita de un listado definido de materiales e instrumentos a utilizar en el experimento, como son los dispositivos electrónicos, sensores, tarjetas electrónicas, computador y consecuentemente realizar el montaje del experimento. Para el caso simulado, se hace uso del software Tracker, siendo necesario identificar y acondicionar el entorno donde será ejecutado el fenómeno físico a estudiar, debido a que se necesita obtener una filmación, realizada por algún dispositivo electrónico, como una cámara fotográfica, celular o Tablet, para proceder a enviarlo a la computadora donde se realizará la simulación.

C. Implementación de las prácticas de Laboratorio.- En el caso de considerar la alternativa experimental del modelo, se debe realizar la configuración y programación del algoritmo en LabVIEW, verificando las señales recibidas de los diferentes sensores y tarjetas de control. De otro modo, si la alternativa es simulada, se realiza la configuración y ejecución del software Tracker. Es importante mencionar que en el presente trabajo de titulación se encuentran guías de desarrollo de ambos softwares, los cuales se encuentran especificados en la sección de Anexos. Para ambas alternativas del modelo, se definen los modelos

matemáticos relacionado con la física del fenómeno. Posteriormente sus resultados sea en forma de mediciones o simulaciones son analizados.

D. Informes finales acerca de la implementación.- Finalmente, una vez implementadas las prácticas de laboratorio, haciendo uso de los resultados obtenidos se procede con la elaboración del respectivo informe de laboratorio, el mismo que haciendo uso el método científico y las respectivas normativas de redacción bibliográfica deberán ser desarrolladas.

Es de mencionar que el modelo expuesto a aplicar en las prácticas de laboratorio, tiene un enfoque constructivista (Chávez Flores & Freire Torres, 2017) y se ajusta a las teorías (Ausay, 2016),(Gaviláñez, 2017),(Parra, Zambrano, Varela, & García, 2017), expuestas en el marco teórico del presente trabajo de titulación.

4.2 Metodología para el desarrollo de prácticas experimentales de Física con LabVIEW.

Con el carácter innovador de involucrar al estudiante en aplicaciones de ingeniería desde los primeros cursos universitarios y con base en la revisión bibliográfica expuesta en el Capítulo 2, la metodología a implementar se expone a continuación:

4.2.1 Planteamiento del Problema

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Tema
- II. Introducción
- III. Objetivo
- IV. Conceptos, leyes y principios físicos

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Tema

Dependiendo de la planificación del Syllabus, el docente facilitador ha de seleccionar un tema experimental que involucre el uso de sensores y herramientas tecnológicas que puedan ser llevados al desarrollo de un programa de experimentación en LabVIEW.

Introducción

Consiste en una descripción generalizada de la práctica a desarrollar. Se expondrá qué se va a desarrollar, qué métodos o principios físicos se utilizarán, cuál es la finalidad del desarrollo de la práctica y se finaliza indicando el método utilizado para la validación de los resultados.

Objetivo

En el objetivo debe de estar evidenciado que es lo que se va a desarrollar, cómo se lo llevará a cabo y para qué se lo realizará.

Concepto, leyes y principios físicos

En esta sección se hace referencia a los principios físicos relacionados directamente con la práctica de laboratorio. Se describe un breve marco teórico, con sus respectivas fórmulas, apoyándose en los principios teóricos vistos en clase o mediante consultas bibliográficas previamente realizadas sobre el tema. Se debe resaltar las ecuaciones más relevantes y principios que guardan relación directa con la práctica experimental a tratar. Esta sección se complementa con actividades extra clase como temas de consulta, y ejercicios de problemas de Física que el docente considere necesario.

4.2.2 Montaje del Experimento

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Lista de Materiales y Montaje del Experimento
- II. Esquema del fenómeno y sistema de referencia
- III. Configuración del software LabVIEW

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Lista de materiales y montaje del experimento

En este apartado se exponen los equipos, instrumentos de medición y materiales que serán utilizados en el desarrollo de la práctica. Esta sección va acompañada de una imagen del experimento ensamblado completamente. Posteriormente el estudiante deberá incluir entre tres a seis imágenes que involucren el proceso de montaje del experimento, detallando paso a paso el conjunto de acciones a llevar en el proceso de la práctica.

En este apartado es necesario exponer el procedimiento electrónico que se requiere para lograr la toma de datos y consiste en exponer la estructura hardware del componente electrónico de las prácticas. El hardware incluye la tarjeta de control NI MyRio, sensores y dispositivos electrónicos para hacer compatible las tecnologías Vernier y National Instruments respectivamente. La figura 4.1 muestra de manera esquemática el diagrama funcional de integración de sensores, tarjeta de control y computador



Figura 4. 1 Diagrama funcional de integración de sensores, tarjeta de control y computador.

Fuente: Elaboración propia

Esquema del fenómeno y sistema de referencia

En esta sección el estudiante debe bosquejar el fenómeno físico de la práctica con la finalidad de que se evidencien la referencia y la mayoría de parámetros y variables que involucra el caso.

Configuración del Software LabVIEW

En esta sección se realiza la configuración inicial del software LabVIEW con el hardware electrónico que se encargará de adquirir los datos para que posteriormente sean utilizados por el algoritmo a desarrollar en el programa utilizando el software LabVIEW 2016 versión académica. Para la configuración inicial del software en conjunto con los sensores y tarjeta de control, dirigirse al Anexo 7.

4.2.3 Desarrollo del Experimento

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Modelo matemático, y cálculos teóricos
- II. Programación del Algoritmo del experimento

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Modelo matemático y cálculos teóricos

Haciendo uso del esquema del fenómeno referenciado, se obtiene el modelo matemático del fenómeno físico en estudio. Considerando los valores de mediciones y parámetros se obtendrán los primeros resultados, que en conjunto con las simulaciones realizadas deben ser analizadas en lo posterior.

Programación del Algoritmo del experimento

Para la programación del algoritmo de cada práctica, se hacen uso de las librerías propias de LabVIEW, donde el programa realizado toma en consideración las señales proporcionadas por los sensores. En este apartado debe desarrollarse una Interfaz Gráfica de Usuario, GUI, para la muestra de resultados de manera interactiva. La figura 4.2, muestra el entorno de programación en LabVIEW, que consta del panel frontal y el diagrama de bloques.

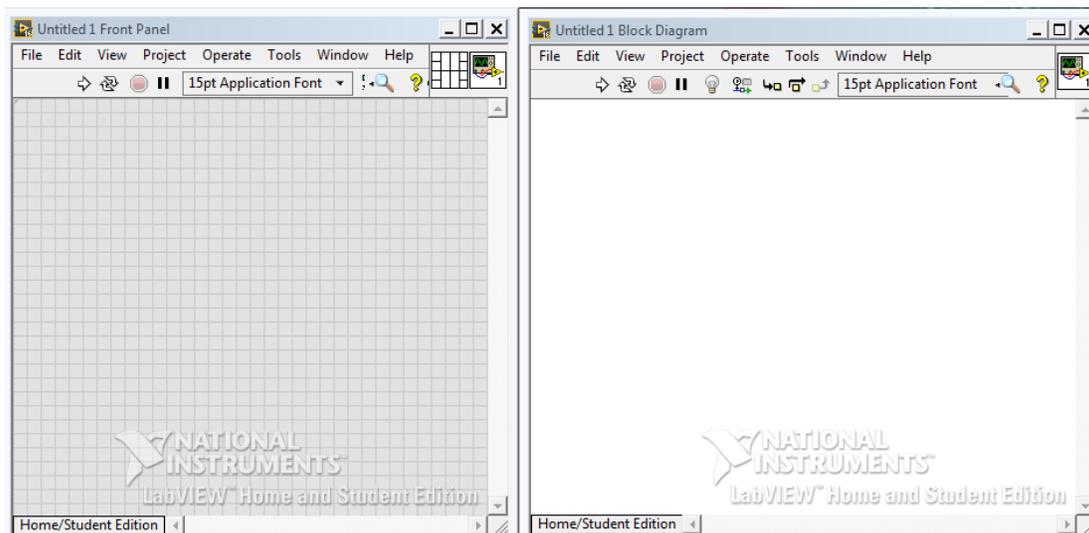


Figura 4. 2Panel frontal y el diagrama de bloques del Software LabVIEW

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Informe de resultados

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Análisis comparativo y errores
- II. Conclusiones
- III. Bibliografía

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Análisis comparativo y errores

En este apartado se comparan los resultados teóricos y los entregados por el software, por lo cual el estudiante debe completar una tabla de resultados, determinar su porcentaje de error y emitir un criterio de los resultados obtenidos.

Conclusiones

En este apartado el estudiante sintetiza y concluye los resultados alcanzados en la experimentación con base en los objetivos de cada práctica.

Bibliografía

En este apartado se detalla el conjunto de documentos precisos que el estudiante utilizará como referencia para realizar la práctica de laboratorio virtual, los mismos que pueden ser libros, artículos de revistas, recurso multimedia, recurso electrónicos y de internet, referencias de tesis, entre otros, haciendo uso de las respectivas normas APA actualizadas.

Como ejemplo de la aplicación de la metodología se expone una Práctica de Laboratorio desarrollada:

TEMA DE LA PRÁCTICA “PRIMERA LEY DE NEWTON”

1 INTRODUCCIÓN

En esta práctica de Laboratorio se procederá a identificar las componentes de los vectores que conforman un sistema de fuerzas en equilibrio. Se utilizarán sensores de medición de fuerza y con la ayuda de un graduador se medirán los ángulos propuestos. Una masa de 0.1 kg hará las veces de carga de prueba del sistema. Además, haciendo uso de métodos analíticos y gráficos se procederá a comprobar la primera Ley de Newton. Los resultados obtenidos serán validados por observaciones y comparaciones.

2 OBJETIVO

Identificar las componentes de los vectores de un sistema equilibrado de fuerzas, mediante el método de descomposición vectorial, comprobando el postulado de la primera Ley de Newton con el uso del software LabVIEW.

3 CONCEPTOS, LEYES Y PRINCIPIOS FÍSICOS

Vectores

Cualquier cantidad que requiera tanto magnitud como dirección para su descripción completa es una cantidad vectorial, Figura 4.3 Una cantidad vectorial se representa con una flecha. Entre los ejemplos de cantidades vectoriales están la fuerza, el desplazamiento, la velocidad y la aceleración. Por otra parte, una cantidad que se describe sólo con su magnitud, y no implica dirección, se denomina cantidad escalar. La masa, la rapidez y el tiempo son cantidades

escalares. Dependiendo de las aplicaciones los vectores pueden ser modelados tanto en dos dimensiones como en tres dimensiones.

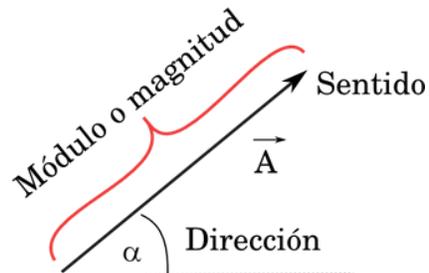


Figura 4. 3 Descripción gráfica de un vector en dos dimensiones

Fuente: (Marghitu, Dupac, & Madsen, 2013)

Fuerza

La fuerza es una cantidad vectorial que interactúa entre dos cuerpos o entre un cuerpo y su entorno. Ejemplos de fuerzas aplicadas se pueden apreciar cuando alguna persona o varias personas empujan a un vehículo, el vehículo se dirige en la dirección de esa fuerza; como también cuando un gimnasta levanta barra de 25 Kg. en cada uno de sus extremos, en ese caso está realizando una acción en contra de la fuerza gravitacional existente llamada peso. De tal manera que aunque las fuerzas no se puedan ver, ellas siempre estarán presentes, incluso en un cuerpo que se encuentra en equilibrio, como es el caso de la fuerza normal. Para representar las fuerzas existentes, se utilizan los Diagramas de Cuerpo Libre “DLC”, como muestra la Figura 4.4.

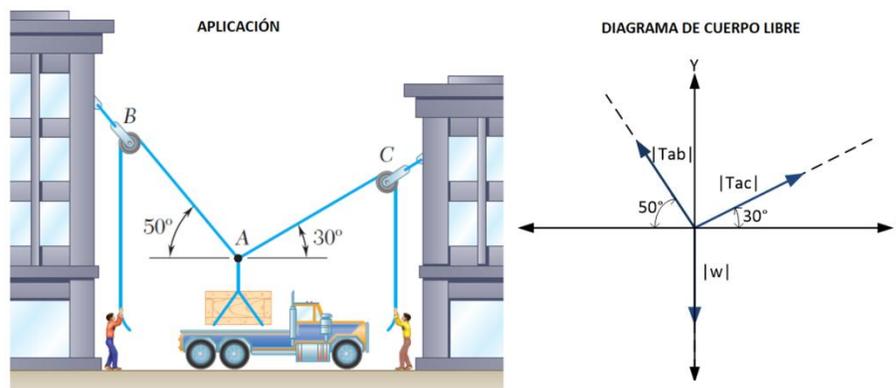


Figura 4. 4Fuerzas aplicadas y su representación en Diagrama de Cuerpo Libre

Fuente: (Beer, Johnston, Mazurek, & Einsenberg, 2010)

Componentes de un vector

Matemáticamente, un vector se descompone en dos componentes si se trata de un vector bidimensional o tres componentes si es tridimensional.

Considerando un vector en 3 dimensiones, \vec{V} , como muestra la figura 4.5, se observan sus componentes v_x, v_y y v_z proyectadas sobre los ejes coordenados x, y, z . De esta manera el vector está definido por la suma vectorial de sus componentes:

$$\vec{V} = v_x i + v_y j + v_z k$$

Donde i, j, k son vectores unitarios que indican la dirección respecto a los ejes coordenados x, y, z . La magnitud del vector V , está definida como:

$$|\vec{V}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

es importante definir los vectores unitarios, estos representan la dirección del vector.

$$\vec{U}_V = \frac{\vec{V}}{|\vec{V}|} = \frac{v_x}{|\vec{V}|} i + \frac{v_y}{|\vec{V}|} j + \frac{v_z}{|\vec{V}|} k$$

Donde cada componente que conforma el vector unitario \vec{U}_V , se denominan cosenos directores e indican la dirección del vector: α, β, γ , respecto a sus ejes coordenados: x, y, z .

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{|\vec{V}|}$$

$$\cos \beta = \frac{v_y}{|\vec{V}|}$$

$$\cos \gamma = \frac{v_z}{|\vec{V}|}$$

Se cumple que la magnitud del vector unitario $|\vec{U}_V|$ es 1. La figura 4.5 expone de manera gráfica las componentes en tres dimensiones del Vector \vec{V} .

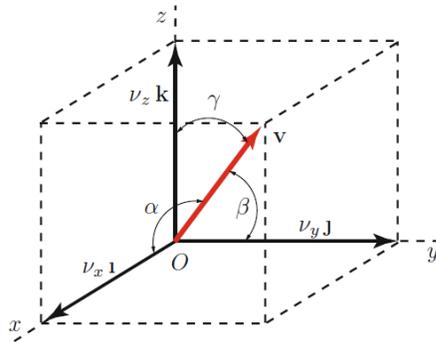


Figura 4. 5 Representación gráfica de las componentes de un vector en tres dimensiones

Fuente: (Marghitu, Dupac, & Madsen, 2013)

4 LISTA DE MATERIALES Y MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Tabla 4.1.1

Lista de materiales de la práctica con LabVIEW

N°	Equipos y Material	Cantidad
1	Sensor de Fuerza	2
2	Soporte Vertical	1
3	Portamasas	1
4	Masa de 0.1 Kg.	1
5	Graduador	1
6	Cuerda fina	1
7	Dispositivo NI MyRio	1
8	Adaptador My-DAQ	1
9	Software LabVIEW	1

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.6 muestra los instrumentos y los distintos elementos que se utilizarán para el desarrollo de la práctica. Se muestran los sensores de fuerza ubicados en la parte posterior del soporte vertical. Se utilizará una masa de 100 gramos incluyendo el portamasas.



Figura 4. 6 Montaje del Experimento y Equipos a utilizar de la práctica 2

Fuente: Elaboración propia

Las figuras 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, y 4.11 muestran paso a paso el procedimiento a llevar en para el montaje del experimento y la toma de medidas.



Figura 4. 7Montaje de la base del soporte vertical

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. 8Soporte vertical ensamblado

Fuente: Elaboración propia

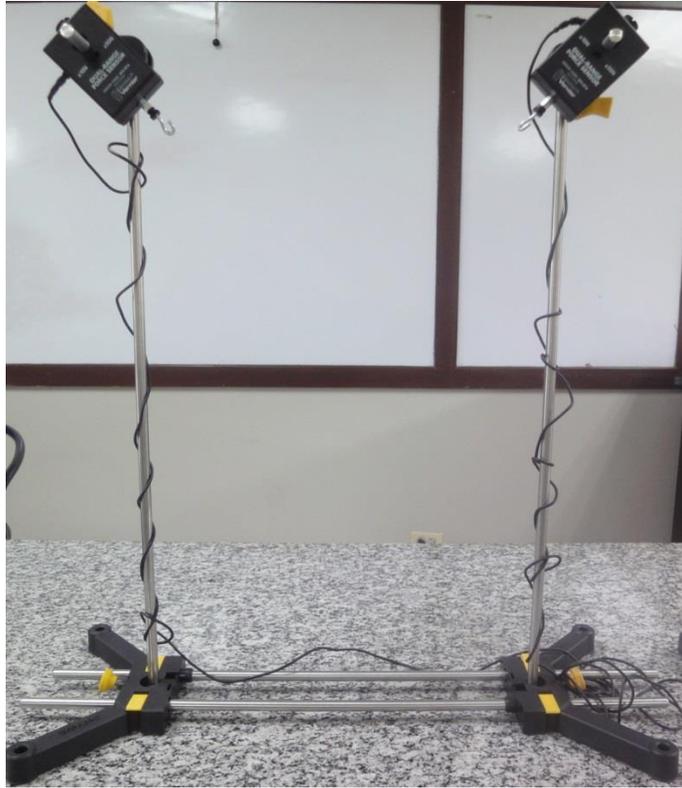


Figura 4. 9Ubicación de los sensores de fuerza en el soporte vertical

Fuente: Elaboración propia

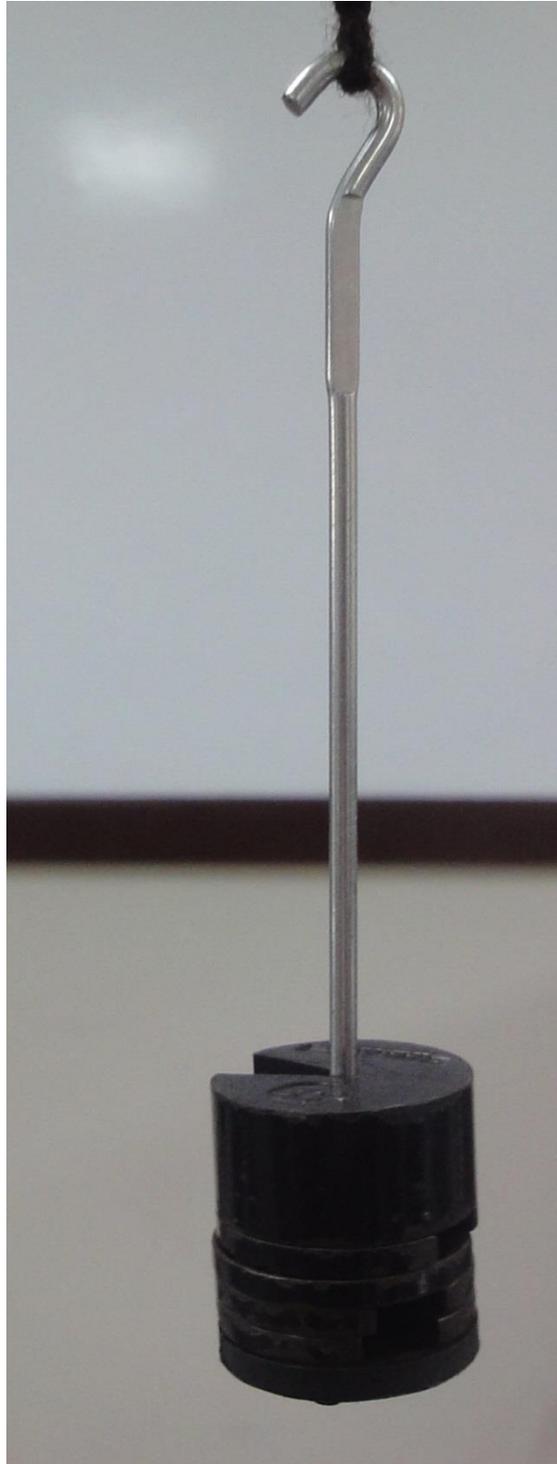


Figura 4. 10 Portamasas con masas de 100 gramos

Fuente: Elaboración propia

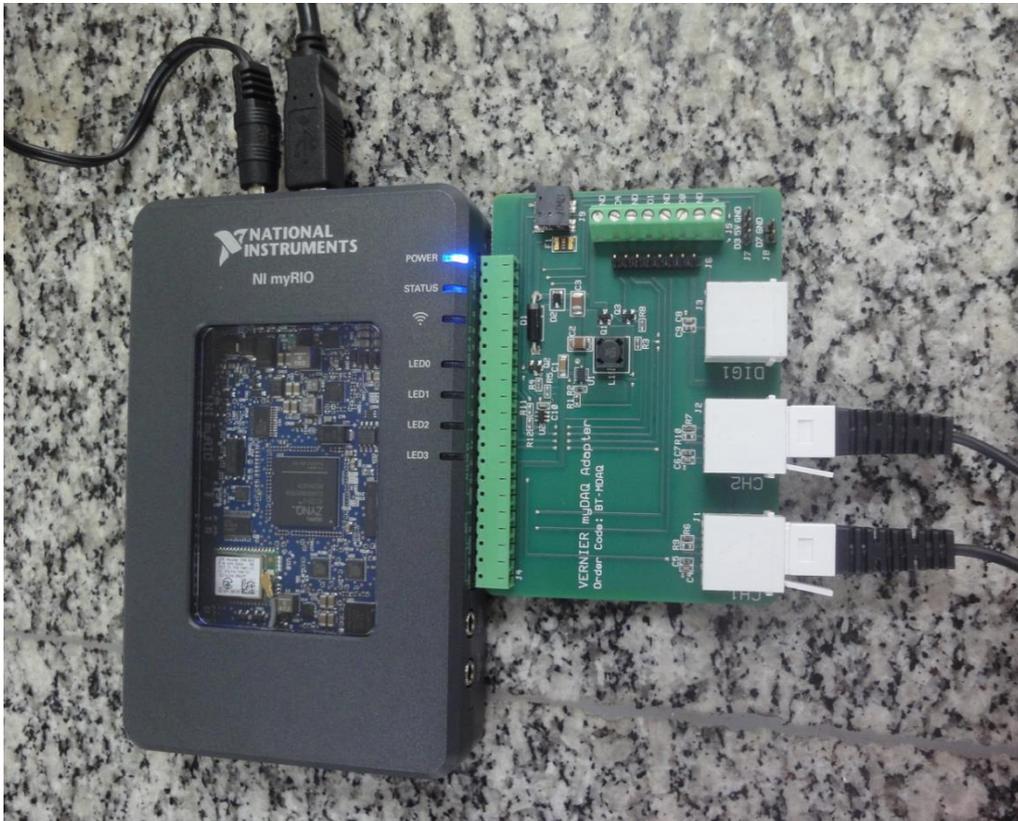


Figura 4. 11 Conexión del dispositivo NI MyRIO con el adaptador

Fuente: Elaboración propia

5 ESQUEMA DEL FENÓMENO Y SISTEMA DE REFERENCIA

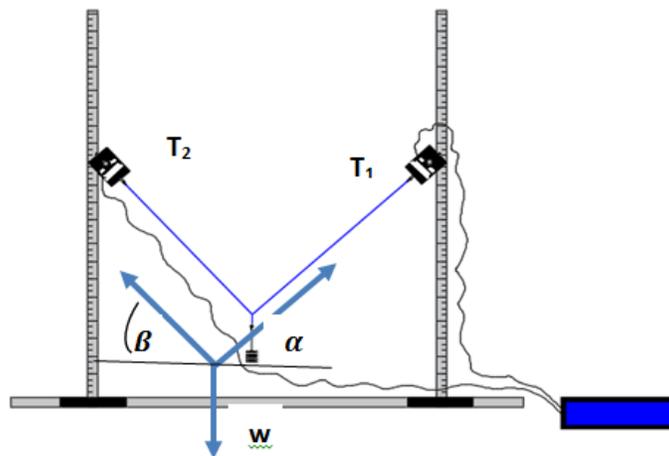


Figura 4. 12 Esquema del Experimento

Fuente:Elaboración propia

6 CONFIGURACION DEL SOFTWARE LABVIEW

Para la configuración inicial del software en conjunto con los sensores y tarjeta de control, dirigirse al Anexo 7.

7 MODELO MATEMÁTICO Y CÁLCULOS TEÓRICOS

$$(\alpha = 45^\circ \quad \beta = 45^\circ)$$

$$T1 = 0.69 \text{ N}$$

$$T2 = 0.70 \text{ N}$$

$$T1_x = 0.69 * \cos 45^\circ = 0.48 \text{ N}$$

$$T1_y = 0.69 * \sin 45^\circ = 0.48 \text{ N}$$

$$T2_x = 0.70 * \cos 45^\circ = -0.49 \text{ N}$$

$$T2_y = 0.70 * \sin 45^\circ = 0.49 \text{ N}$$

$$W = mg = (0.10)(9.8) = 0.98 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_x = 0.48 - 0.49 = (-0.01i) \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0.48 + 0.49 - 0.98 = (-0.01j) \text{ N}$$

$$\vec{F}_r = (-0.01i + 0.01j) \text{ N}$$

$$|F_r| = \sqrt{(-0.01)^2 + (0.01)^2} = 0.01 \text{ N}$$

8. PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO DEL EXPERIMENTO

En el software LabVIEW se tiene que abrir “Prácticas_1.lvproj”, dentro del cual encontraremos “laboratorio_2.vi”, la cual es la práctica a realizar.

La figura 4.13 nos muestra el panel frontal respectivo de la práctica. En el panel frontal encontraremos determinadas variables que se tienen que ingresar por medio de teclado las cuales son: Carga en kilogramos, ángulo alfa y ángulo beta.

En nuestro experimentos se utilizarán los valores de

$Carga\ en\ Kg = 0.1$

$\alpha = 45\ grados$

$\beta = 45\ grados$

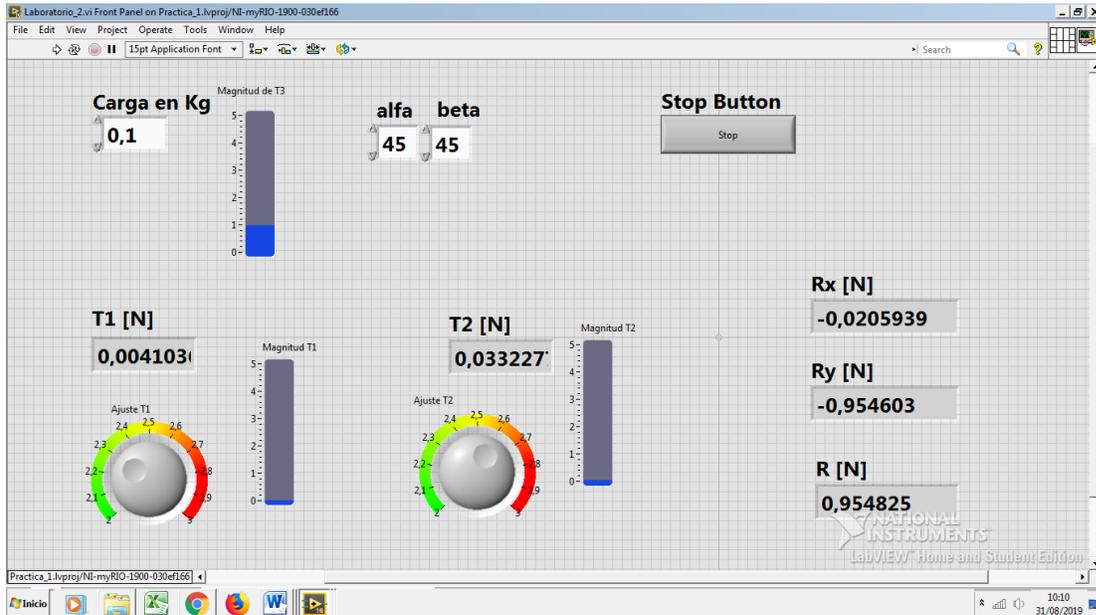


Figura 4. 13 Panel frontal de la práctica 2

Fuente: Elaboración propia

Se procede a ejecutar el programa de LabVIEW.

Procedemos a retirar por un momento las masas del experimento para poder encerrar los valores de T1 y T2 con las perillas de ajuste respectivas. En la figura 4.14 se puede observar los valores de T1 y T2 previamente encerrados.

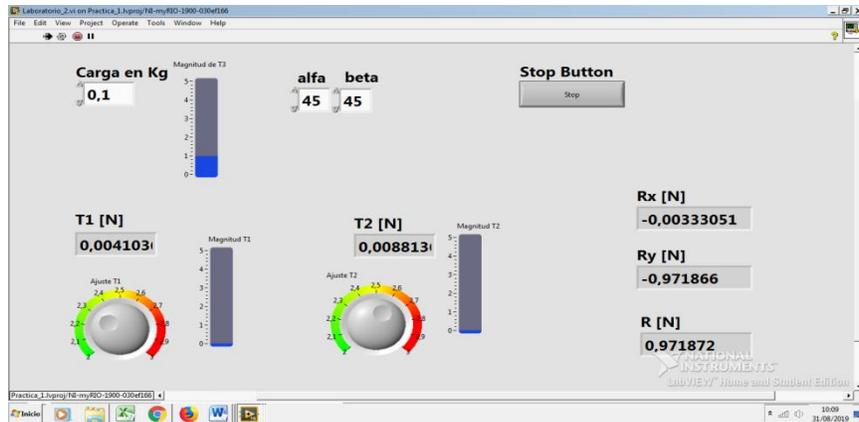


Figura 4. 14 Valores de T1 y T2 encerados

Fuente: Elaboración propia

Se coloca las masas respectivas en la cuerda.

El software LabVIEW nos dará los respectivos valores de T1, T2, Rx, Ry y la resultante final, los cuales son mostrados en la figura 4.15.

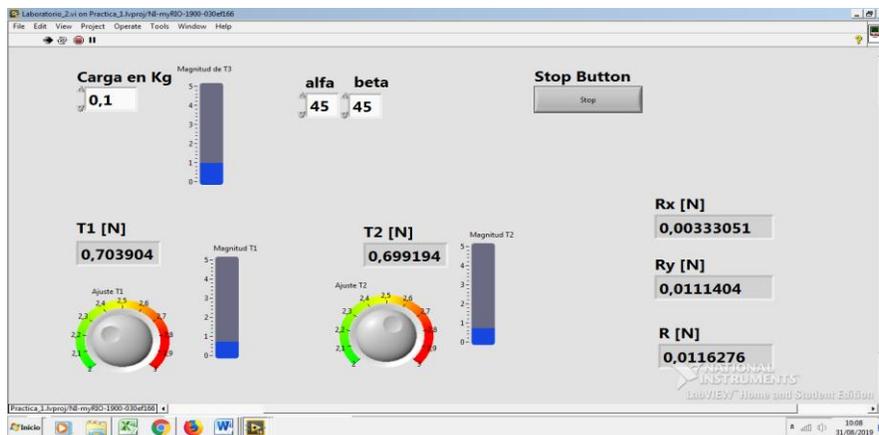


Figura 4. 15 Valores de T1, T2, Rx, Ry, R

Fuente: Elaboración propia

Se procede a presionar el botón de “STOP” en el panel frontal para detener la simulación.

Para el desarrollo de la presente práctica la cual es “Primera Ley de Newton” en el software LabVIEW se realizó previamente la programación respectiva en el diagrama de bloques la cual se muestra en la Figura 4.16.

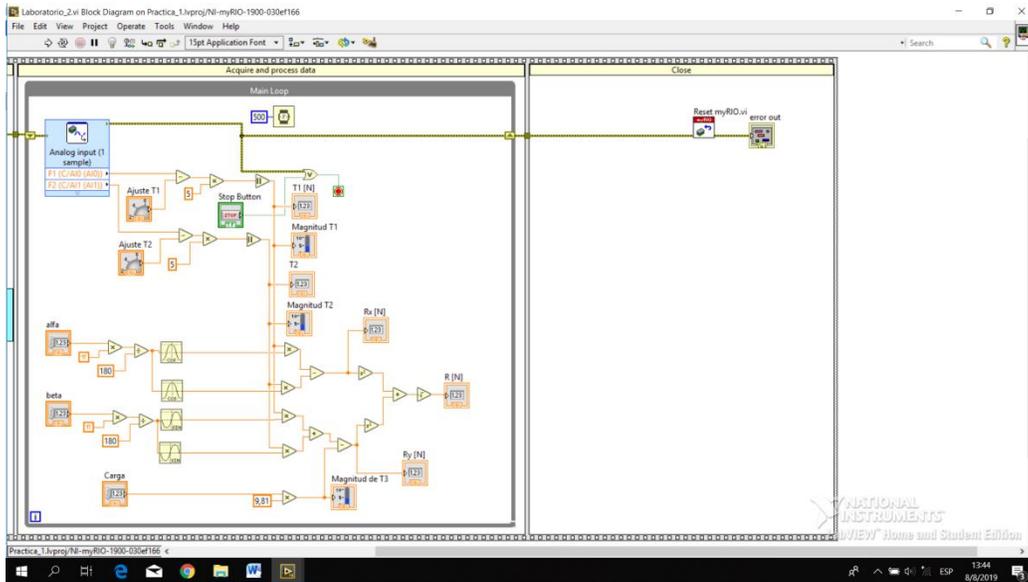


Figura 4. 16Diagrama de bloques de la práctica “Primera Ley de Newton”

Fuente: Elaboración propia

8 ANÁLISIS COMPARATIVO Y ERRORES

Tabla 4.1.2

Tabla de Resultados de la práctica con LabVIEW

α (°)	β (°)	T_1 (N)	T_2 (N)	$ F_R $ (N)
45	45	0.69	0.70	0.01

Fuente: Elaboración propia

La fórmula que es usada para obtener el porcentaje de error es la siguiente:

$$\varepsilon = \left| \frac{V_t - V_s}{V_t} \right| * 100$$

Se procede a obtener el porcentaje de error de la resultante donde se tiene que el valor teórico es de 0.01 N y el valor de simulación es de 0.01162N.

$$\varepsilon = \left| \frac{0.01 - 0.0116}{0.01} \right| * 100$$

$$\varepsilon = 16 \%$$

Tabla 4.1.3

Tabla de errores de la práctica con LabVIEW

VALOR TEÓRICO	VALOR SIMULACIÓN	% DE ERROR
0.01 N	0.01162 N	16%

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el análisis que se tiene un 16% de error cuando se compara el valor teórico con el valor simulado lo que se considera un valor aceptable dentro de su rango ya que se está trabajando con valores de centésimas y milésimas.

9 CONCLUSIONES

Se logró identificar los componentes de los vectores de fuerzas a determinados ángulos previamente establecidos mediante el método de descomposición vectorial, comprobándose la primera Ley de Newton mediante el software LabVIEW. El porcentaje de error entre el resultado teórico y práctico fue de 16%, el cual es aceptable ya que se está trabajando con instrumentos de precisión media.

10 BIBLIOGRAFÍA

Beer, F., Johnston, R., Mazurek, D., & Eingsenber, E. (2010). *Mecánica Vectorial Para Ingenieros Estática*. Mexico: Mc Graw Hill.

Marghitu, D., Dupac, M., & Madsen, N. (2013). *Statics with MATLAB*. London: Springer.

4.3 Metodología para el desarrollo de prácticas experimentales de Física con Tracker

Debido a la importancia de que el estudiante tenga una herramienta de simulación en la cual pueda explorar, obtener y analizar fenómenos físicos, se ha realizado una metodología a implementar que se expone a continuación

4.3.1 Planteamiento del Problema

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Tema
- II. Introducción
- III. Objetivo
- IV. Conceptos, leyes y principios físicos

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Tema

Dependiendo de la planificación del Syllabus, el docente facilitador ha de seleccionar un tema experimental que involucre el uso de materiales y herramientas tecnológicas que puedan ser llevados al desarrollo de un programa de experimentación en Tracker.

Introducción

Consiste en una descripción generalizada de la práctica a desarrollar. Se expondrá qué se va a desarrollar, qué métodos o principios físicos se utilizarán,

cuál es la finalidad del desarrollo de la práctica y se finaliza indicando el método utilizado para la validación de los resultados.

Objetivo

En el objetivo debe de estar evidenciado que es lo que se va a desarrollar, cómo se lo llevará a cabo y para qué se lo realizará.

Concepto, leyes y principios físicos

En esta sección se hace referencia a los principios físicos relacionados directamente con la práctica de laboratorio. Se describe un breve marco teórico, con sus respectivas fórmulas, apoyándose en los principios teóricos vistos en clase o mediante consultas bibliográficas previamente realizadas sobre el tema. Se debe resaltar las ecuaciones más relevantes y principios que guardan relación directa con la práctica experimental a tratar. Esta sección se complementa con actividades extra clase como temas de consulta, y ejercicios de problemas de Física que el docente considere necesario.

4.3.2 Elaboración del Video

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Lista de Materiales y Montaje del Experimento
- II. Identificación del entorno donde se realizará el video
- III. Adecuación del entorno, ejecución y filmación del video

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Lista de Materiales y Montaje del Experimento

En este apartado se exponen los equipos, instrumentos de medición y materiales que serán utilizados en el desarrollo de la práctica. Esta sección va acompañada de una imagen del experimento ensamblado completamente. Posteriormente el

estudiante deberá incluir entre tres a seis imágenes que involucren el proceso de montaje del experimento, detallando paso a paso el conjunto de acciones a llevar en el proceso de la práctica.

Identificación del entorno donde se realizará el video

En esta sección hace referencia a identificar el sitio más apropiado para realizar una excelente filmación del fenómeno físico a simular, donde previamente se encuentre ya ensamblado el experimento.

Adecuación del entorno, ejecución y filmación del fenómeno físico

Esta fase involucra realizar una adecuación del entorno, lo que consiste en colocar un indicador de medida, como lo es una cinta métrica con fines de que el software Tracker correlacione las unidades de medidas físicas. Posteriormente se realiza la filmación del fenómeno físico a través de alguna herramienta que permita realizar videos como los es cámara fotográfica, celular, o Tablet, para luego proceder a enviarlo a la computadora y realizar su respectiva edición y simulación.

4.3.3 Desarrollo del Experimento

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Configuración del software Tracker
- II. Simulación del experimento

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Configuración del software Tracker

En este apartado se realiza las configuraciones necesarias iniciales del software Tracker, iniciando con el video, el cual se encuentra previamente cargado a la computadora, para proceder con la correcta simulación. Como primer paso se debe realizar la edición del video, para lo cual se recomienda ajustar el video en los tiempos que precisa el movimiento, eliminando los momentos irrelevantes.

Simulación del experimento

Con el video previamente editado, se procede a realizar la simulación del experimento, iniciando con el sistema de referencia del fenómeno físico, lo cual se lo realiza por medio de la vara de calibración, indicándole cuales son los valores referenciales a utilizar para la correcta simulación. El siguiente paso es colocar un sistema de coordenadas para determinar el origen o el punto de referencia del sistema a simular, así como también para indicar donde se inicia el movimiento. Se finaliza con la creación de una masa puntual, con el objetivo de que el software identifique la trayectoria del movimiento y consecuentemente poder obtener los valores y gráficas requeridos del fenómeno físico.

4.3.4 Informe de resultados

Esta fase involucra los siguientes apartados:

- I. Análisis de datos y gráficos
- II. Actividades complementarias
- III. Conclusiones
- III. Bibliografía

A continuación se describen las características de los apartados considerados.

Análisis de datos y gráficos

En este apartado se analizan los datos y gráficos entregados por el software, por medio de la selección de las diferentes variables que se desea visualizar, posteriormente el estudiante debe emitir un criterio de los resultados obtenidos.

Actividades Complementarias

En esta sección se deja planteado al estudiante tareas relacionadas al tema físico en análisis, con el objetivo de que pueda realizar una ampliación y profundización sobre el tópico propuesto.

Conclusiones

En este apartado el estudiante sintetiza y concluye los resultados alcanzados en la experimentación con base en los objetivos de cada práctica.

Bibliografía

En este apartado se detalla el conjunto de documentos precisos que el estudiante utilizará como referencia para realizar la práctica de laboratorio virtual, los mismos que pueden ser libros, artículos de revistas, recurso multimedia, recurso electrónicos y de internet, referencias de tesis, entre otros, haciendo uso de las respectivas normas APA actualizadas.

Como ejemplo de la aplicación de la metodología se expone una Práctica de Laboratorio desarrollada:

Tema de la Práctica “MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO”

1 INTRODUCCIÓN

En esta práctica de laboratorio se procederá a comprobar un movimiento con aceleración constante a través del desplazamiento de un móvil que parte del reposo sobre una pista inclinada con ángulo de 20° . Haciendo uso del software libre Tracker (Brown, 2019) se podrá analizar gráficas y tabla de resultados de parámetros como son el tiempo, velocidad y aceleración. Se realizan comparaciones y se validan resultados obtenidos.

2 OBJETIVO

Obtener el modelo cinemático de un móvil, a través del movimiento de un carrito que se desplaza bajo aceleración constante en una pista inclinada con ángulo

previamente definido de 20° , aplicando el software Tracker para la obtención de gráficas de posición, velocidad y aceleración.

3 CONCEPTOS, LEYES Y PRINCIPIOS FÍSICOS

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

La bibliografía contemporánea (Giancoli, 2008; Hewitt, 2007; Serway & Jewett, 2008; Young & Freedman, 2009) afirma que la cinemática es parte de la mecánica que estudia el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo producen.

La representación de la posición de una partícula se logra con un punto en un sistema de referencia, si el sistema es unidimensional el desplazamiento involucra exclusivamente la posición en un eje, sea en x , en y o en z , si el sistema es bidimensional la posición es tanto en el eje x como en el eje y , y si el sistema es tridimensional, se deben considerar las posiciones tanto en el eje x , como en el eje y , y en el eje z . Si la partícula se desplaza en línea recta, el movimiento es uniforme cuando la partícula recorre distancias iguales en tiempos iguales, de esta manera la velocidad se define como:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_o}{t_f - t_o}$$

Donde:

v : Velocidad

Δx : Variación de posición

x_o : Posición inicial

x_f : Posición final

Δt : Variación de tiempo

t_o : Tiempo inicial

t_f : Tiempo final

Sin embargo, aunque existen movimientos a velocidad constante como por ejemplo el viaje de un meteorito en el espacio, alrededor de nuestro entorno los movimientos son acelerados como por ejemplo el movimiento de un móvil, el vaivén de un péndulo, la caída de una canica, entre otros fenómenos. El concepto

de movimiento acelerado involucra determinar una velocidad instantánea bajo una aceleración constante, cual para su definición se hace uso del cálculo diferencial. Por tanto, considerando una función de posición $x(t)$:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = \textit{velocida instantánea, "v(t)"} \\ \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \textit{aceleración instantánea, "a(t)"}$$

Dónde:

$x(t)$: Posición instantánea

$v(t)$: Velocidad instantánea

$a(t)$: Aceleración instantánea

Las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración conforman el modelo cinemático de una partícula u objeto rígido en movimiento, considerando si la partícula se desplaza de manera rectilínea con movimiento uniformemente variado. Matemáticamente, es conocido que dada la ecuación de posición en función del tiempo, su primera derivada es la velocidad y la segunda derivada su aceleración.

Es de mucha importancia aclarar que durante el desarrollo de esta práctica se consideran movimientos con aceleraciones constantes, consecuentemente los modelos cinemáticos para la posición será una ecuación cuadrática y para la velocidad una ecuación lineal. Por tanto, las ecuaciones cinemáticas para un móvil que se desplaza de manera rectilínea y aceleración constante son:

$$x_f - x_o = v_o t + \frac{1}{2} a (t_f - t_o)^2 \\ v_f = v_o + a(t_f - t_o) \\ a = \frac{v_f^2 - v_o^2}{2(x_f - x_o)}$$

Es importante resaltar que bajo “aceleración constante”, la gráfica de $v(t)$, representa una línea recta y la gráfica de $x(t)$ representa una parábola.

4 LISTA DE MATERIALES Y MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Tabla 4.2.1

Lista de materiales de la práctica con Tracker

N°	Equipos y Material	Cantidad
1	Soporte vertical	1
2	Pista de aluminio 1m.	1
3	Carrito PHYWE	1
4	Masa de 0.1 Kg.	1
5	Cinta métrica de 1,20m.	1
6	Software Tracker	1

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.17 muestra el montaje final para el desarrollo de la práctica 1. Se utilizará una masa de 0.1 Kg. la cual se la coloca encima del carrito PHYWE.



Figura 4. 17Montaje final del experimento de la práctica 1

Fuente: Elaboración propia

Las figuras 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, muestran paso a paso el procedimiento a llevar para el montaje del experimento.



Figura 4. 18 Montaje del soporte vertical de la práctica 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. 19 Soporte vertical con rampa de 1m.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. 20 Soporte vertical con la rampa inclinada y Carrito PHYWE

Fuente: Elaboración propia

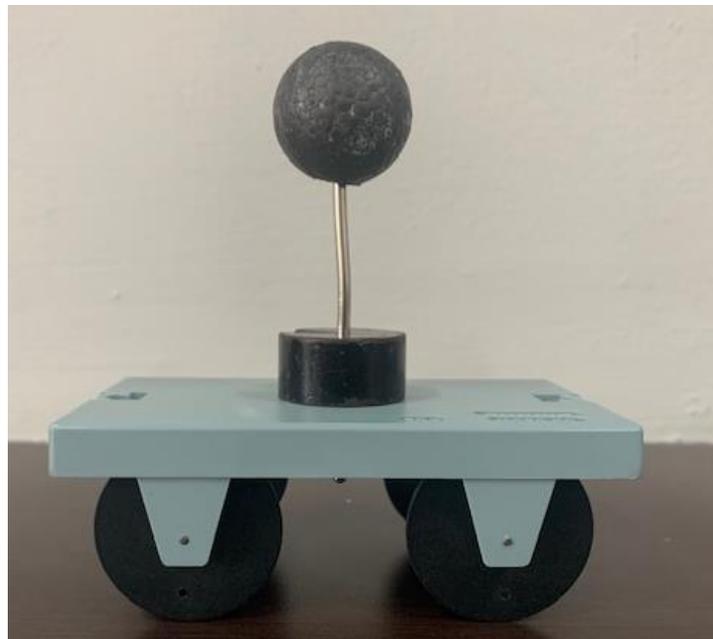


Figura 4. 21 Carrito PHYWE con masa de 0.1 Kg.

Fuente: Elaboración propia

5 ADECUACIÓN DEL ENTORNO, EJECUCIÓN Y FILMACIÓN DEL FENÓMENO FÍSICO

Se ha adecuado el Laboratorio de Física de la Universidad Espíritu Santo, colocándole una cinta métrica de 1 metro en la mesa donde se encuentra

ensamblado el experimento con el fin de que el software correlacione las unidades de medidas físicas. El video se muestra en la Figura 4.22.

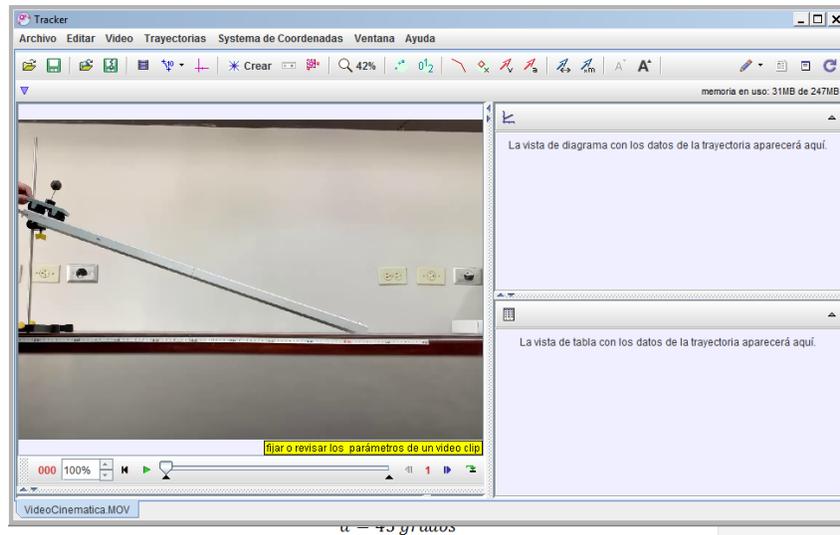


Figura 4. 22Software Tracker con video de la práctica 1

Fuente: Elaboración propia

6 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE TRACKER

Se realiza la edición del video previamente cargado en la computadora. Se selecciona un cuadro inicial de 18 y cuadro final de 40. Estos valores se los determina previo análisis de los momentos irrelevantes del fenómeno físico. Para una mejor información sobre la edición del video favor dirigirse al Anexo 4.

7 SIMULACIÓN DEL EXPERIMENTO

Para poder marcar una referencia en el software Tracker, se necesita la ayuda de la vara de calibración. El siguiente paso es colocar un sistema de coordenadas para determinar el origen o el punto de referencia del sistema a simular, indicando donde se inicia el movimiento.

La figura 4.23 muestra el video a simular con la vara de calibración y el sistema de coordenadas previamente colocado.

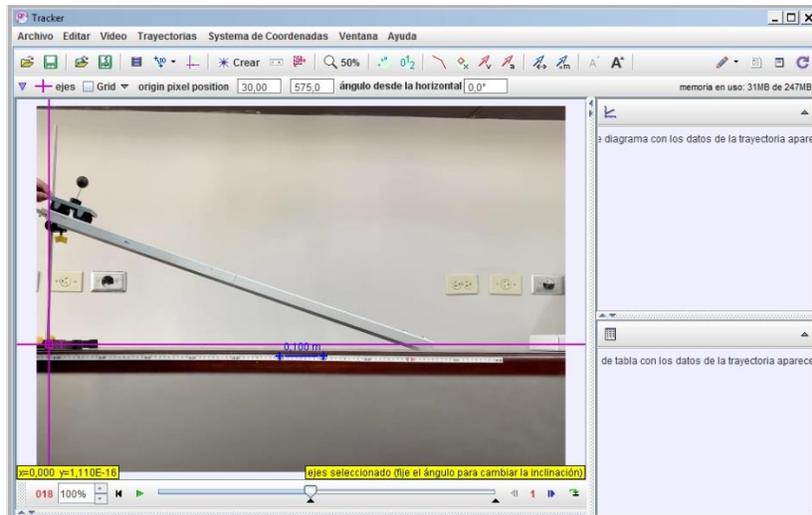


Figura 4. 23 Vara de calibración y sistema de coordenadas

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es crear una masa puntual, con el objetivo de que el software identifique la trayectoria del movimiento y consecuentemente poder medir valores de posición, velocidad y aceleración.

Se cambia los parámetros de la masa, la cual se le coloca como nombre “Posición” y también se procede a cambiar el valor por 0.1 Kg .

La figura 4.24 se muestra la masa que se colocó con el autotracker para posteriormente realizar el rastreo de la masa durante el movimiento.

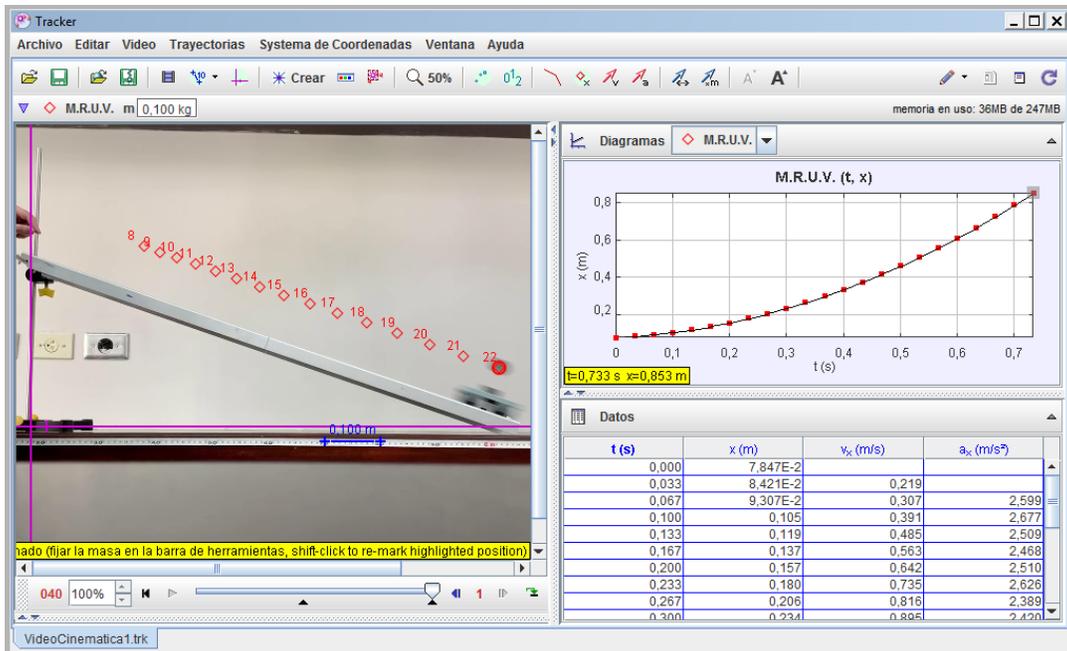


Figura 4. 24 Recorrido de la masa de la práctica 1

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor información sobre la colocación de los parámetros arriba descritos favor dirigirse al Anexo 4.

8 ANÁLISIS DE DATOS Y GRÁFICOS

Se procede a realizar el análisis de las tablas de resultados con sus respectivas gráficas.

Se tiene que escoger las variables que se desea visualizar, las cuales se pueden visualizar en la figura 4.25.

Las variables a elegir son:

x : Posición

V_x : Velocidad

A_x : Aceleración

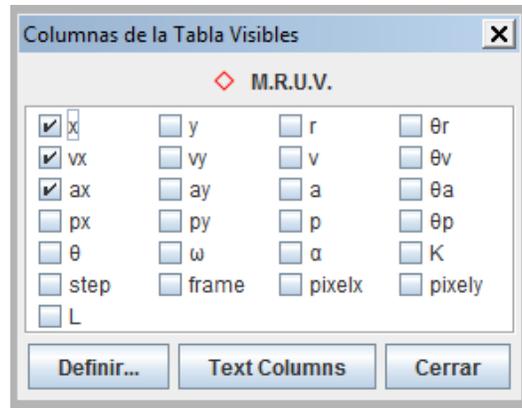


Figura 4. 25 Variables a elegir de la práctica 1

Fuente: Elaboración propia

En el software Tracker se mostrará el gráfico de la figura 4.26, el cual nos indica la curva cuadrática de posición, así como también muestra la tabla de datos de tiempo y posición.

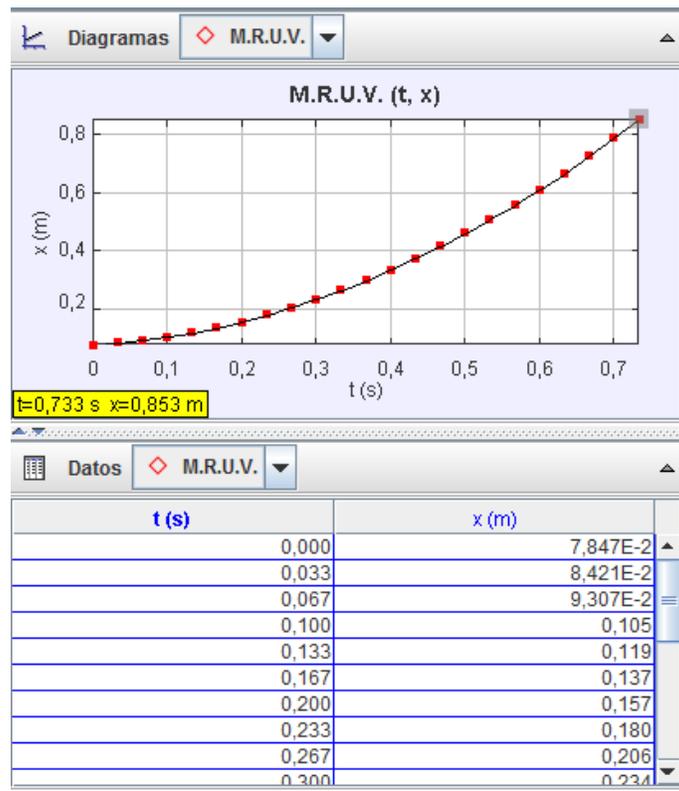


Figura 4. 26 Gráfico de posición vs. Tiempo y tablas de datos

Fuente: Elaboración propia

En el software Tracker se mostrará el gráfico de la figura 4.27, el cual nos indica la curva lineal de velocidad, así como también muestra la tabla de datos de velocidad vs. tiempo .

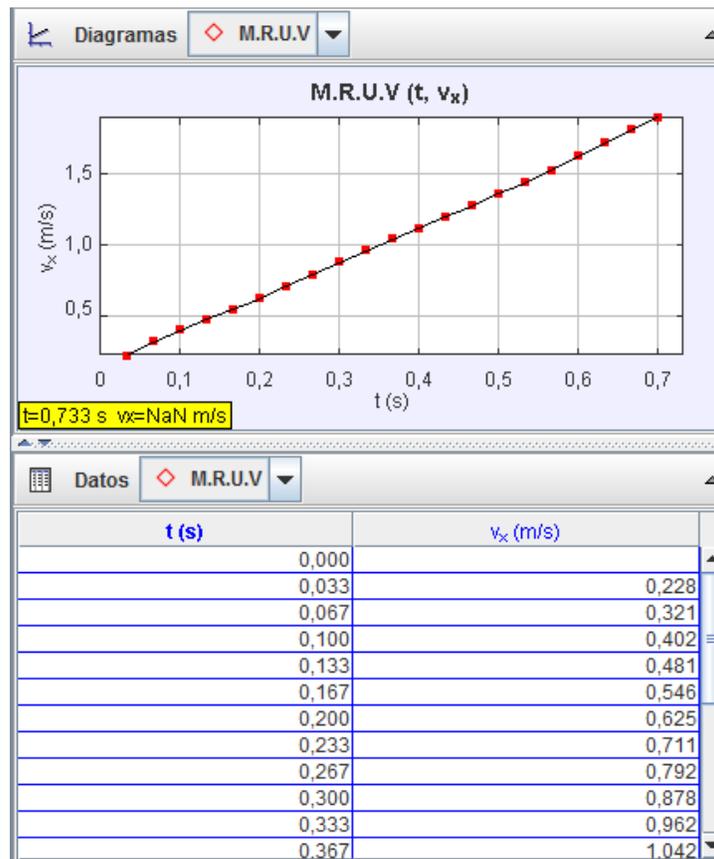


Figura 4. 27Gráfico de velocidad vs. Tiempo y tabla de dato

Fuente: Elaboración propia

Se procede a realizar el respectivo ajuste en las curvas de posición y velocidad, lo cual se puede observar en la figura 4.28.



Figura 4. 28Ajuste de curva posición

Fuente: Elaboración propia

Consecuentemente, Tracker muestra una ecuación de ajuste en función de t de manera generalizada, donde expone los parámetros de la siguiente manera:

$$x = At^2 + Bt + C$$

$$A = 1,236E0$$

$$B = 1,479E - 1$$

$$C = 7,800E - 2$$

Por lo tanto se debe ajustar el contexto del fenómeno, lo cual se muestra en la figura 4.29, y la ecuación sería:

$$x = 1,23t^2 + 0,1479 t + 0.078$$

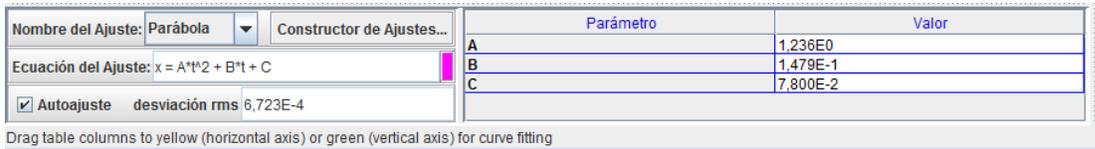


Figura 4. 29Ecuación del ajuste curva posición

Fuente: Elaboración propia

La segunda gráfica a la que se le va a realizar el ajuste es la de velocidad, para lo cual se tiene que seleccionar la columna de velocidad (V_x) y colocarla al lado de la columna de tiempo (t). Seguidamente en la parte de abajo se tiene que seleccionar nombre del ajuste: línea y automáticamente aparecerá la ecuación del ajuste con sus respectivas valores constantes, tal cual se muestra en la figura 4.30. En la figura 4.31 se muestra la ecuación del ajuste de la curva velocidad.

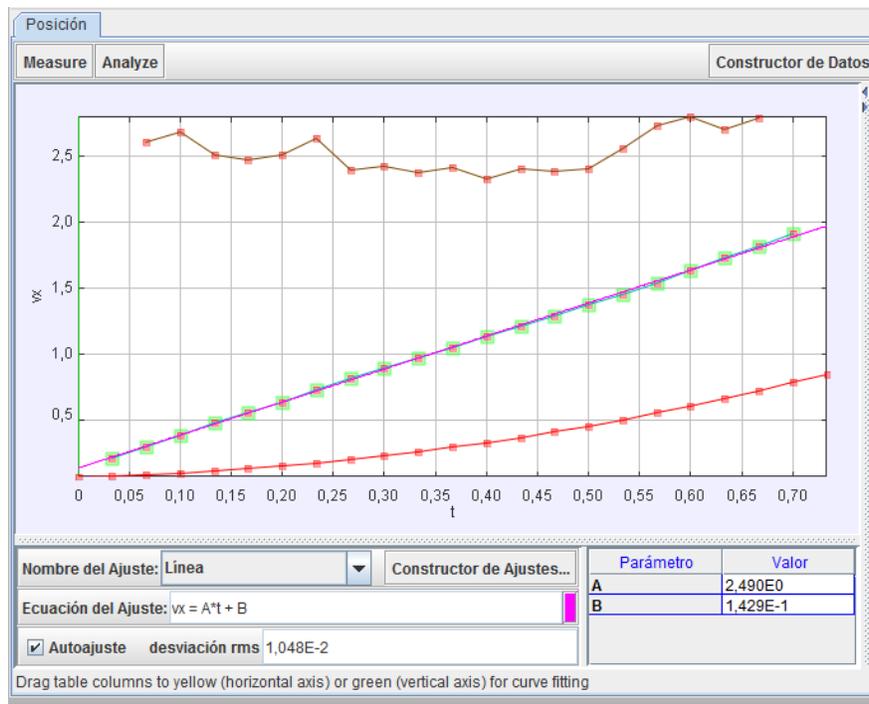


Figura 4. 30Ajuste de curva velocidad

Fuente: Elaboración propia

Nombre del Ajuste: Línea	Constructor de Ajustes...	Parámetro	Valor
Ecuación del Ajuste: $v_x = A \cdot t + B$		A	2,490E0
<input checked="" type="checkbox"/> Autoajuste desviación rms 1,048E-2		B	1,429E-1

Drag table columns to yellow (horizontal axis) or green (vertical axis) for curve fitting

Figura 4. 31 Ecuación del ajuste curva velocidad

Fuente: Elaboración propia

Se sabe que la gráfica de la aceleración es una constante pero debido a las irregularidades de la pista y del mecanismo rotacional del carrito, no se puede obtener una gráfica completamente constante pero los valores de aceleración oscilan entre $2,325 \text{ m/s}^2$ $2,787 \text{ m/s}^2$, los cuales son valores aceptables dentro del rango de errores permitido de la física experimental.

Consecuentemente, se sabe que la aceleración es la pendiente de la gráfica de velocidad, lo cual en la ecuación del ajuste siguiente:

$$V_x = At + B$$

Donde el término A es la pendiente respectiva, que viene a ser la aceleración del sistema físico, lo cual el valor es de:

$$A = 2,49 \text{ m/s}^2$$

El modelo matemático del movimiento rectilíneo uniformemente variado del carrito PHYWE que baja por una rampa inclinada a 20° , que da definido por:

$$x(t) = 1,23t^2$$

$$v(t) = 2,49t$$

Por lo que el valor de la aceleración es:

$$a = 2,49 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

9 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Como actividad complementaria, el estudiante desarrollará la práctica, con ángulos de 25° y 30° en la rampa inclinada.

10 CONCLUSIONES

Se ha logrado comprobar el modelo cinemático de un móvil, en el cual se evidencia que la posición tiene un crecimiento cuadrático, mientras que la velocidad tiene un crecimiento lineal y la aceleración es constante, pero cabe recalcar que en la práctica hay pequeñas variaciones en los valores de aceleración, debido a que intervienen fenómenos como la fricción en el desplazamiento del carrito.

11 BIBLIOGRAFÍA

Giancoli, D. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (Vol. I). México: PEARSON Educación.

Hewitt, P. (2007). *Física conceptual* (Décima ed.). México: PEARSON Educación.

Serway, R., & Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (Séptima ed. Vol. I): Cengage Learning.

Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física universitaria* (Vol. I). México: PEARSON Educación.

Brown Douglas.(2019). *Tracker* (Versión 5.1.3).Recuperado de <https://physlets.org/tracker/>

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los diversos artículos científicos analizados, se concluye que las herramientas digitales de aprendizaje como laboratorios, aulas y laboratorios virtuales son componentes metodológicos que fomentan la participación activa de los estudiantes, fortalecen el aprendizaje autónomo y son de fácil acceso al requerir solamente de internet, contribuyendo con el uso de tecnologías innovadoras actuales para un mejor proceso de enseñanza – aprendizaje.

De igual manera, en relación a los diferentes estudios de artículos científicos analizados, se puede concluir que existen actualmente herramientas digitales que son utilizados en diferentes ámbitos académicos a nivel de educación media y superior, los cuales contribuyen a los diversos sistemas de enseñanza para así los estudiantes puedan lograr un mejor entendimiento a través de modernas tecnologías.

La metodología propuesta fue aplicada al desarrollo de un modelo general basado en dos alternativas que son experimental y simulado, considerando los temas comunes de un curso inicial de Física universitaria. Durante la ejecución de las prácticas se pudo comprobar que tanto LabVIEW y Tracker resultaron ser software adecuados para el desarrollo de las simulaciones y la obtención de gráficos en conjunto con sus respectivas tablas de datos de los diferentes fenómenos físicos estudiados, al tener interfaces gráficas de fácil interpretación.

Después de haber realizado el sitio web donde se encuentra el aula virtual, se concluye que Google Site es una herramienta innovadora, brindando un gran aporte a la educación tecnológica actual, ya que se puede interactuar de manera remota, logrando compartir experiencias de aprendizaje con otros estudiantes.

Se sugiere a otros investigadores el desarrollo de aulas virtuales para el resto de asignaturas de la malla curricular de carreras de Ingeniería, tomando como base el presente trabajo y el uso de tecnologías en línea, como un apoyo del proceso de enseñanza – aprendizaje, considerando una capacitación adecuada de los docentes facilitadores en el uso de estas herramientas, con la finalidad de compartir sus destrezas, orientar a los estudiantes hacia el fortalecimiento de los conocimientos como también exponiendo temas que sean altamente relevantes.

Se recomienda al Docente realizar actividades didácticas para compartir con los estudiantes, como son desarrollar la práctica de movimiento rectilíneo uniformemente variado con ángulos de 25° y 30° en la rampa inclinada, así también, obtener el modelo dinámico del movimiento rotacional de las masas, con el objetivo que puedan expandir sus conocimientos y habilidades de asignaturas experimentales de ingeniería para lograr que se fomente la motivación por la materia y a su vez complementar lo aprendido para poder lograr una educación de calidad.

Como trabajos futuros para otros investigadores, se deja los estudios de impacto y comparación de la metodología propuesta con otras metodologías ya existentes.

ANEXOS

A.1 Práctica experimental de Física con LabVIEW

PRÁCTICA “SEGUNDA LEY DE NEWTON”

1 INTRODUCCIÓN

En esta práctica de laboratorio se procederá a determinar el coeficiente de fricción estático y cinético, mediante el rozamiento de las superficies en contacto

entre dos objetos de materiales distintos. Para lo cual se utilizará una pista plana de aluminio horizontal y sobre ella un bloque de madera, donde mediante el uso de un sensor de fuerza se intentará romper la inercia del bloque. Para la determinación del coeficiente de fricción estático y cinético se hará uso del software LabVIEW.

2 OBJETIVO

Determinar el coeficiente de fricción estático y cinético entre las superficies de dos materiales distintos a través de las medidas de fuerza de un sensor comprobando la validez de los resultados haciendo uso del software LabVIEW.

3 CONCEPTOS, LEYES Y PRINCIPIOS FÍSICOS

Fricción

Se conoce también como rozamiento, a la fuerza que se opone al movimiento dentro del contacto entre dos superficies (fricción dinámica) o al inicio del mismo (fricción estática). Está relacionada con el material y la forma de los objetos, es decir su coeficiente de fricción y la fuerza normal que actúa entre un cuerpo sobre otro (Jewett, 2008).

Cuando un objeto es halado a lo largo de una superficie por una fuerza aplicada la fuerza de fricción se opone al movimiento. Zemansky (1949), expone los siguientes conceptos de fricción:

Fricción estática

Es la fuerza que actúa sobre un objeto en reposo provocando que éste se resista al movimiento cuando el objeto está a punto de deslizarse. Se define como:

$$f \leq \mu_s n$$

donde μ_s , es el coeficiente de fricción estática y n es la fuerza normal que ejerce una superficie sobre otra.

Fricción cinética

Cuando un cuerpo está en movimiento a lo largo de una superficie, la fricción cinética actúa en sentido opuesto al movimiento del objeto.

La magnitud de la fuerza de fricción cinética, es aproximadamente proporcional a la magnitud de la fuerza normal. De manera que escribimos la proporcionalidad entre las magnitudes de la fuerza de fricción f_k y la fuerza normal n a través de una constante de proporcionalidad μ_k . Se define como:

$$f_k = \mu_k n$$

Comportamiento de las fuerzas de fricción ante la acción de una fuerza de tensión

El fenómeno de fricción estática aparece justo antes de romper la inercia de un objeto ante la acción de una fuerza externa como muestra la figura A.1. Una vez que el objeto entra en movimiento, la fuerza de fricción estática se convierte en fuerza de fricción cinética. Se puede observar la dirección de la fuerza de fricción, en sentido contrario al movimiento del objeto.

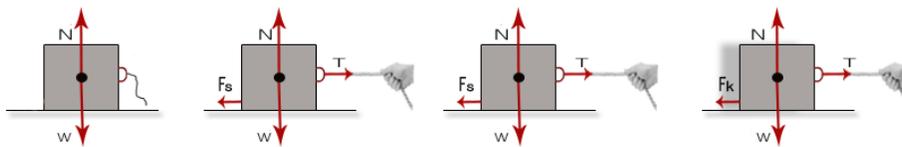


Figura A. 1 Fuerza de fricción estática ante la acción de una fuerza de tensión.

Fuente: (Zemansky, 2013)

4 LISTA DE MATERIALES Y MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Tabla A.1.1

Lista de materiales de la práctica “Segunda Ley de Newton”

N°	Equipos y Material	Cantidad
1	Pista de aluminio	1
2	Bloque de madera de 0.1Kg	1
3	Masas de 50 gr	4
4	Sensor de Fuerza	1
5	Dispositivo NI MyRio	1
6	Adaptador My-DAQ	1
7	Software LabVIEW	1

Fuente: Elaboración propia

Las figuras A.2, A.3, muestran paso a paso el procedimiento a llevar para el montaje del experimento y la toma de medidas.



Figura A.2 Pista de Aluminio, bloque y sensor de fuerza

Fuente: Elaboración propia

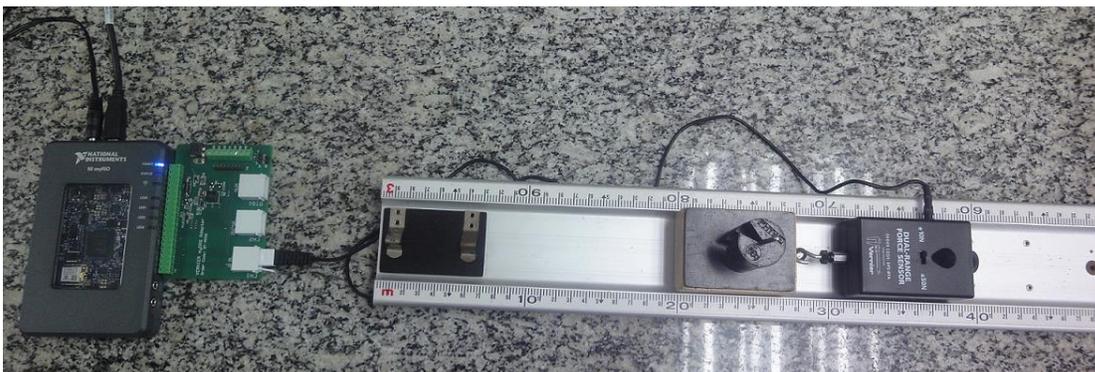


Figura A. 3 Pista de aluminio, bloque, sensor de fuerza y NI MyRio

Fuente: Elaboración propia

En la figura A.4 se puede observar la correcta conexión del sensor de fuerza, el mismo que se conecta en la entrada analógica del adaptador Vernier.



Figura A. 4 Conexión del dispositivo NIMyrio con el adaptador y el sensor de fuerza

Fuente: Elaboración propia

5 ESQUEMA DEL FENÓMENO Y SISTEMA DE REFERENCIA

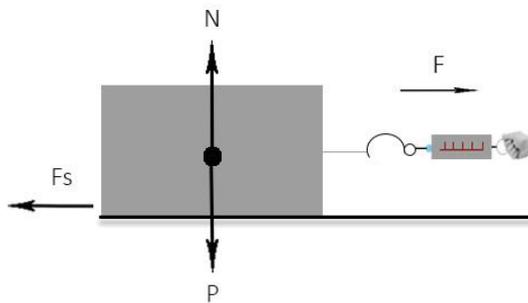


Figura A. 5 Esquema del Experimento

Fuente: UEES

6 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE LABVIEW

Para la configuración inicial del software en conjunto con los sensores y tarjeta de control, dirigirse al Anexo 7.

7 MODELO MATEMÁTICO Y CÁLCULOS TEÓRICOS

Modelo Matemático del fenómeno:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 0 \Sigma F_y = 0 \\ F_{ext} - f_s &= 0 \quad N - W = 0 \\ F_{ext} &= f_s N = W \\ f_s &= \mathcal{U}_s \cdot n \\ F_{ext} &= \mathcal{U}_s \cdot W\end{aligned}$$

$$\mathcal{U}_s = \frac{F_{ext}}{W}$$

8 PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO DEL EXPERIMENTO

En el software LabVIEW se tiene que abrir “Prácticas_1.lvproj”, dentro del cual encontraremos “laboratorio_3.vi”, la cual es la práctica a realizar.

Para determinar los coeficientes de fricción estático y cinético se realizará 4 pruebas diferentes, cambiando el valor de las masas.

En el panel frontal de la respectiva práctica se observa una perilla de ajuste diferente para las tres pruebas a realizarse, las cuales se tiene que ajustar a cero mientras en programa se encuentra en ejecución, tal cual muestra la figura A.6.

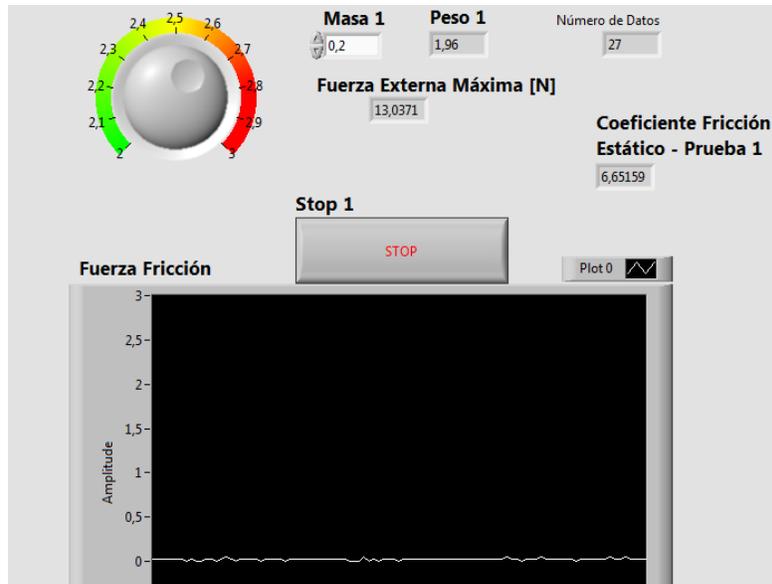


Figura A. 6 Ajuste a cero con perilla

Fuente: Elaboración propia

Para la primera prueba el valor de masa es de 0.15 Kg , para la segunda prueba el valor de masa es de 0.20 Kg ., para la tercera prueba el valor de masa es de 0.25 Kg , y para la última prueba el valor de masa es de 0.3 Kg ., los cuales se ingresan por teclado, tal como se observa en las figuras A.7, A.8, A.9, A.10.

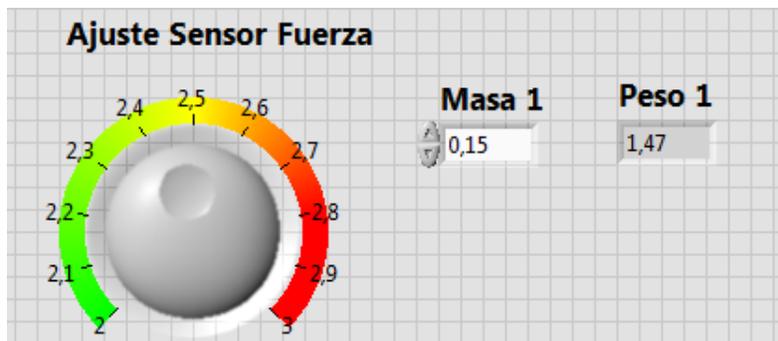


Figura A. 7 Masa de 0.15 Kg.

Fuente: Elaboración propia

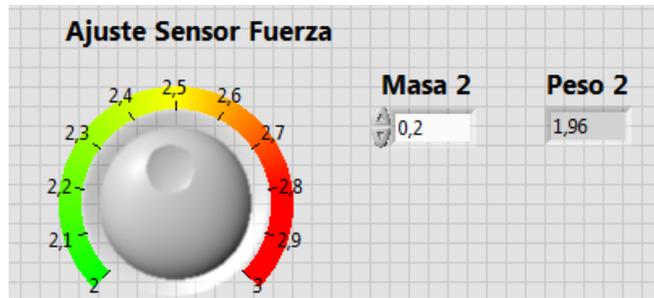


Figura A. 8 Masa de 0.20Kg.

Fuente: Elaboración propia

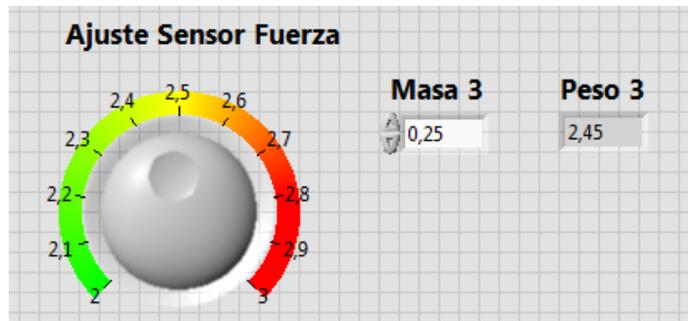


Figura A. 9 Masa de 0.25 Kg

Fuente: Elaboración propia

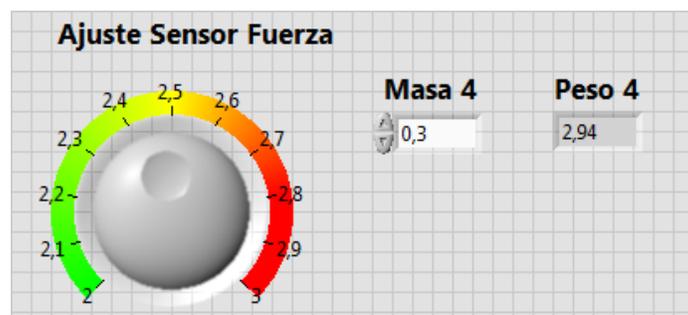


Figura A. 10 Masa de 0.30 Kg

Fuente: Elaboración propia

Por medio de programación en el software se determina automáticamente el valor del peso en Newtons.

La primera prueba se la realiza con una masa de 0.15 Kg., cuya simulación se muestra en la figura A.11

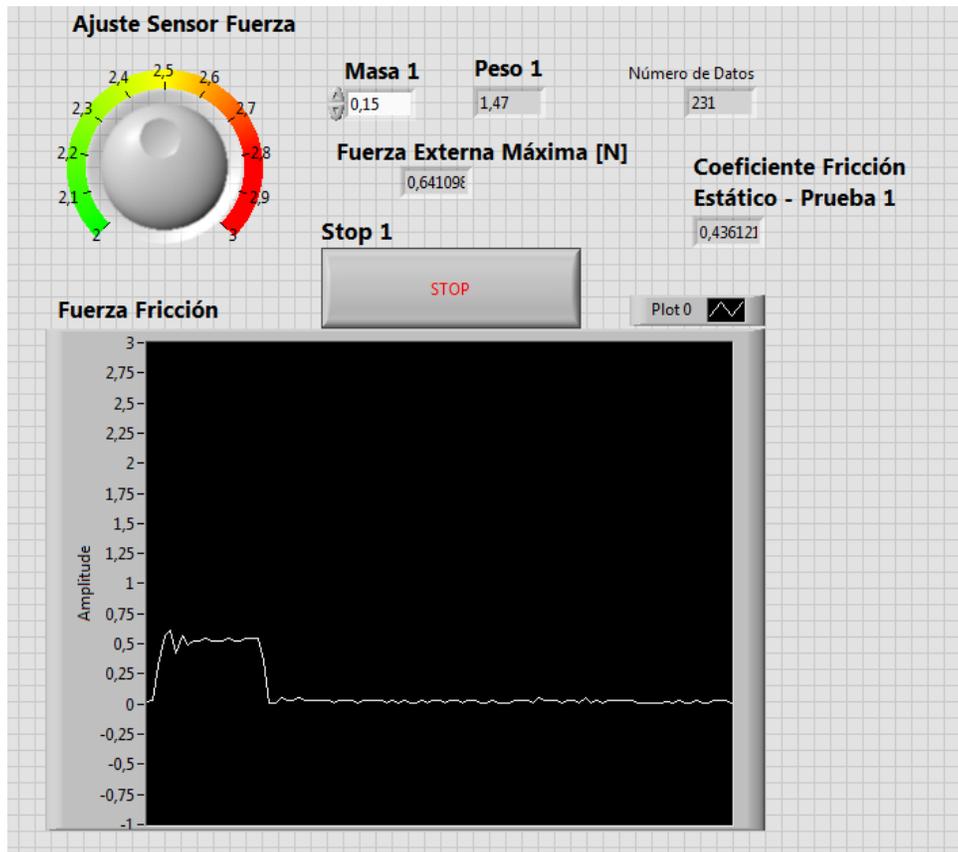


Figura A. 11 Primera Prueba utilizando 0.15Kg.

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el peso:

$$W = (0.15Kg) * (9.8 \frac{m}{s^2})$$

$$W = 1.47 N$$

Para determinar coeficiente de fricción estático

$$u_s = \frac{F_{ext}}{W}$$

$$u_s = \frac{0.6}{1.47}$$

$$u_s = 0.43$$

Para determinar coeficiente de fricción cinético

En la gráfica de fuerza de LabVIEW se observa en el eje de las y , el valor de 0.5 que corresponde al valor constante que se determina luego de alcanzar el pico máximo de la curva.

$$u_K = \frac{F_K}{W}$$

$$u_K = \frac{0.5}{1.47}$$

$$u_K = 0.34$$

La segunda prueba se la realiza con una masa de 0.20 $Kg.$, cuya simulación se muestra en la figura A.12.



Figura A. 12 Segunda prueba utilizando 0.20 Kg.

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el peso:

$$W = (0.20Kg) * (9.8 \frac{m}{s^2})$$

$$W = 1.96 N$$

Para determinar coeficiente de fricción estático

$$u_s = \frac{F_{ext}}{W}$$

$$u_s = \frac{0.885}{1.96}$$

$$u_s = 0.45$$

Para determinar coeficiente de fricción cinético

En la gráfica de fuerza de LabVIEW se observa en el eje de las y , el valor de 0.75 que corresponde al valor constante que se determina luego de alcanzar el pico máximo de la curva.

$$u_K = \frac{F_K}{W}$$

$$u_K = \frac{0.75}{1.96}$$

$$u_K = 0.38$$

La tercera prueba se la realiza con una masa de 0.25 $Kg.$, cuya simulación se muestra en la figura A.13.

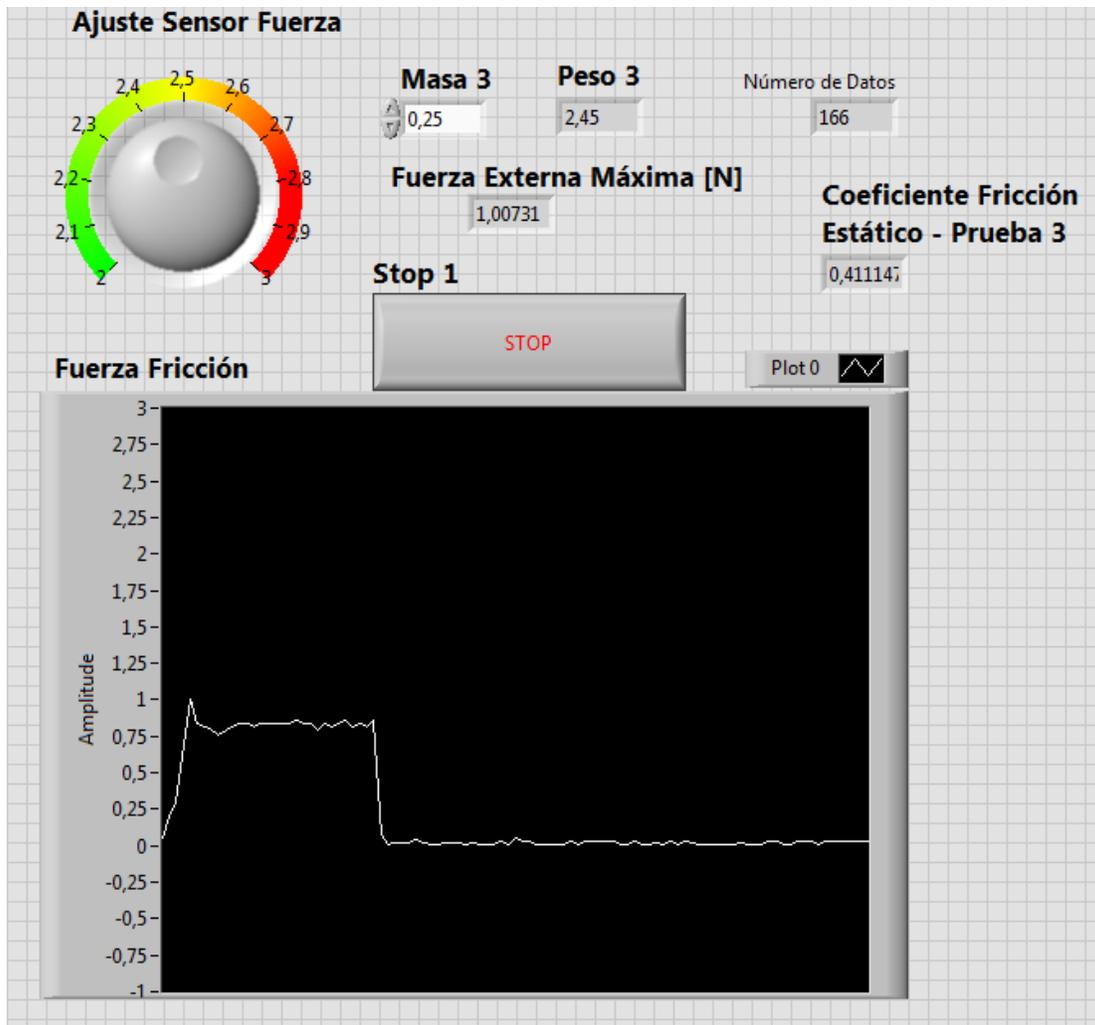


Figura A. 13 Tercera prueba utilizando 0.25Kg.

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el peso:

$$W = (0.25Kg) * (9.8 \frac{m}{s^2})$$

$$W = 2.45 N$$

Para determinar coeficiente de fricción estático

$$u_s = \frac{F_{ext}}{W}$$

$$u_s = \frac{1.007}{2.45}$$

$$u_s = 0.41$$

Para determinar coeficiente de fricción cinético

En la gráfica de fuerza de LabVIEW se observa en el eje de las y , el valor de 0.85 que corresponde al valor constante que se determina luego de alcanzar el pico máximo de la curva.

$$u_K = \frac{F_K}{W}$$

$$u_K = \frac{0.85}{2.45}$$

$$u_K = 0.34$$

La cuarta prueba se la realiza con una masa de 0.30 $Kg.$, cuya simulación se muestra en la figura A.14.

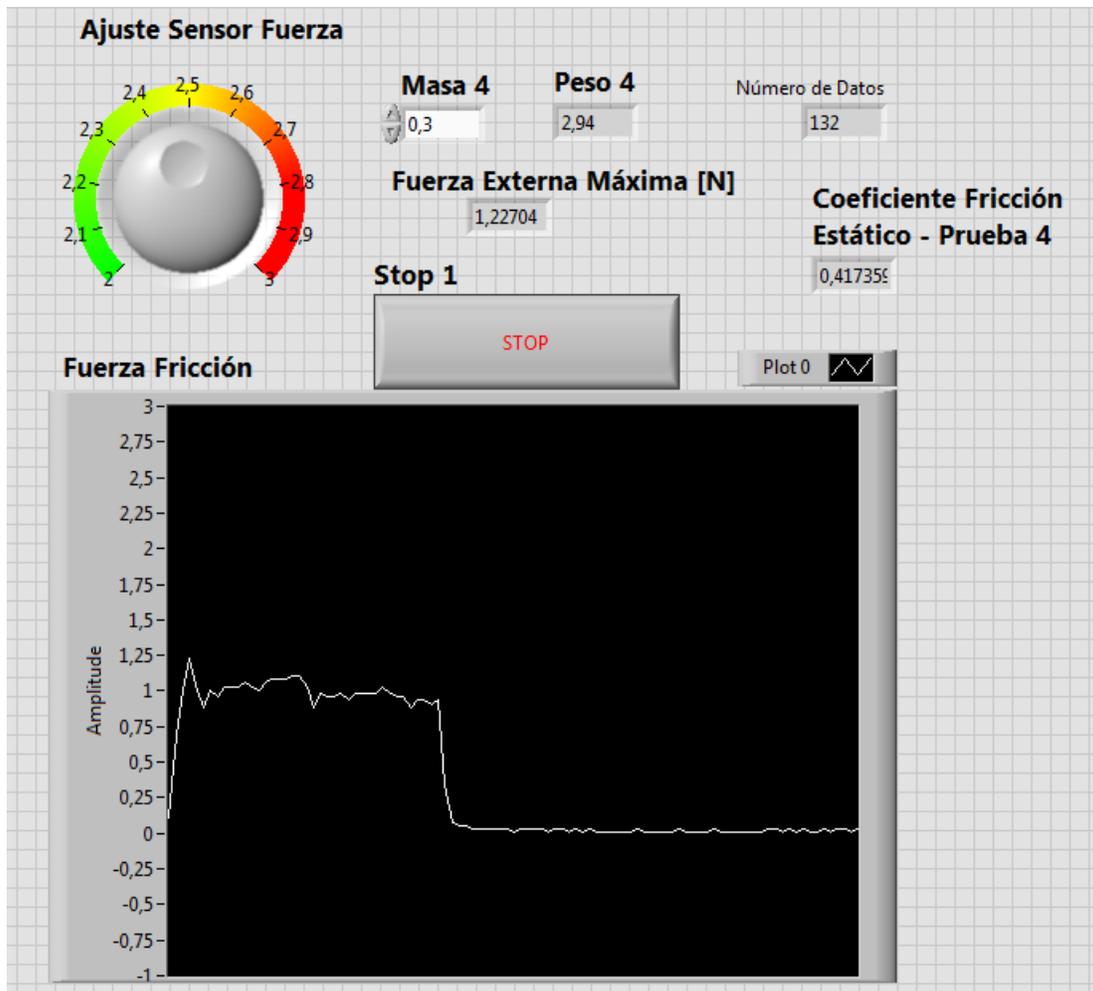


Figura A. 14 Cuarta prueba utilizando 0.30 Kg.

Para determinar el peso:

$$W = (0.30Kg) * (9.8 \frac{m}{s^2})$$

$$W = 2.94 N$$

Para determinar coeficiente de fricción estático

$$u_s = \frac{F_{ext}}{W}$$

$$u_s = \frac{1.227}{2.94}$$

$$u_s = 0.417$$

Para determinar coeficiente de fricción cinético

En la gráfica de fuerza de LabVIEW se observa en el eje de las y , el valor de 1 que corresponde al valor constante que se determina luego de alcanzar el pico máximo de la curva.

$$u_K = \frac{F_K}{W}$$

$$u_K = \frac{1}{2.94}$$

$$u_K = 0.34$$

Para el desarrollo de la presente práctica en el software LabVIEW se realizó previamente el programa solución por medio de diagrama de bloques la cual se muestra en la figura A.15.

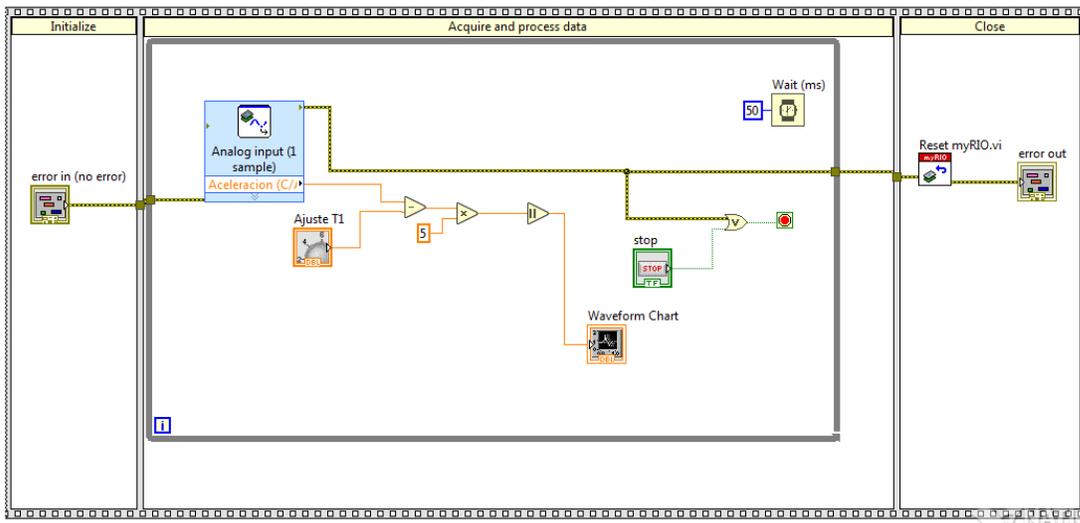


Figura A. 15 Diagrama de bloques de la práctica 3

Fuente: Elaboración propia

9 ANÁLISIS COMPARATIVO Y ERRORES

Se puede observar que los cuatro valores de coeficientes de fricción estáticos son relativamente parecidos ya que la teoría indica que se obtuvieron de

$$u_{s1} = 0.43$$

$$u_{s2} = 0.45$$

$$u_{s3} = 0.41$$

$$u_{s4} = 0.417$$

Media para coeficiente de fricción cinético

$$u_K = 0.35$$

En la tabla A.1.2 se puede observar los resultados obtenidos de la simulación en LabVIEW.

Tabla A.1.2

Resultados de las pruebas de la práctica "Segunda Ley de Newton"

PRUEBAS	Masa (kg)	W (N)	F _{ext} (N)	u _s	F _K (N)	u _K
PRUEBA 1	0.15	1.47	0.6	0.43	0.5	0.34
PRUEBA 2	0.20	1.96	0.885	0.45	0.75	0.38
PRUEBA 3	0.25	2.45	1.007	0.41	0.85	0.34
PRUEBA 4	0.30	2.94	1.227	0.417	1	0.34

Fuente: Elaboración propia

10 CONCLUSIONES

Se logró determinar los coeficientes de fricción cinéticos y estáticos entre las superficies de dos materiales los cuales son goma (caucho) y aluminio por medio

del software LabVIEW. Se realizaron cuatro pruebas considerando masas diferentes, y se pudo determinar que los valores de coeficientes estáticos para las cuatro pruebas son relativamente parecidos con un margen de error mínimo, lo que se concluye que la fricción no depende del peso de los materiales sino de la rugosidad de las superficies.

11 BIBLIOGRAFÍA

Gil, S. (2014). *Experimentos de Física*. México: Alfaomega.

Zemansky, s. (1949). *Física Universitaria*. Pearson Educación.

Giancoli, D. C. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. Pearson.

Jewett, S. (2008). *Física para ciencias e ingeniería (7ma ed., Vol. 1)*. Cengage Learning.

A.2 Práctica experimental de Física con Tracker

PRÁCTICA "Cinemática Rotacional"

1 INTRODUCCIÓN

En la presente práctica de laboratorio se procederá a comprobar el movimiento rotacional de dos masas que giran a velocidad angular constante, alrededor de un eje fijo. Haciendo uso del software Tracker (Brown, 2019) se podrá analizar gráficas y tablas de resultados de parámetros en el tiempo. Se realizan comparaciones y se validan resultados obtenidos.

2 OBJETIVO

Obtener el modelo cinemático del movimiento rotacional de una masa que gira alrededor de un eje fijo mediante el uso del software Tracker comprobando la validez de los resultados mediante la velocidad angular.

3 CONCEPTOS, LEYES Y PRINCIPIOS FÍSICOS

Cinemática Rotacional

La bibliografía contemporánea (Young & Freedman, 2009) afirma cuando una partícula se mueve en un círculo con rapidez constante, tiene un movimiento circular uniforme. El vector de aceleración centrípeta es perpendicular a la trayectoria y, por lo tanto, se dirige hacia el centro del círculo. Esto causa el cambio en la dirección de la velocidad, sin cambiar su rapidez. Teniendo así la fórmula para la aceleración centrípeta. La figura A.16 muestra el movimiento circular uniforme.

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Donde:

$v =$ Velocidad

$r =$ Radio de la trayectoria circular

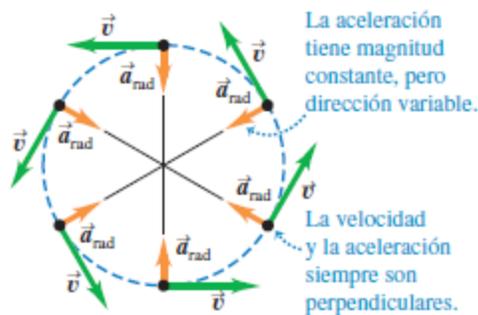


Figura A. 16Movimiento circular uniforme

Fuente: (Young & Freedman, 2009)

La bibliografía (Giancoli, 2008; Hewitt, 2007; Serway & Jewett, 2008; Young & Freedman, 2009) afirma que el movimiento rotatorio de un objeto girando alrededor de un eje fijo, se lo considera como un conjunto de partículas, cada una con sus propias velocidades y aceleraciones lineales.

Cuando un objeto rígido da vueltas respecto a un eje fijo, tiene una aceleración angular constante. Existen ocasiones como por ejemplo el giro de un carrusel, donde inicialmente el carrusel se encuentra en reposo mientras se suben los usuarios, luego comienza a incrementar su rapidez de giro, en este caso estamos

ante la presencia de un movimiento rotacional acelerado. Las ecuaciones para este modelo físico son las siguientes:

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t$$

$$\theta_f = \theta_i + \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha (\theta_f - \theta_i)$$

$$\theta_f = \theta_i + \frac{1}{2} (\omega_i + \omega_f) t$$

Donde:

ω_f : Velocidad Angular Final

ω_i : Velocidad Angular Inicial

α : Aceleración Angular

θ_f : Posición Angular Final

θ_i : Posición Angular Inicial

t : Tiempo

Se puede representar la aceleración de una partícula que se mueve en torno a un eje fijo en término de sus componentes que son aceleración centrípeta y aceleración tangencial, tal como se muestra en la figura A.17

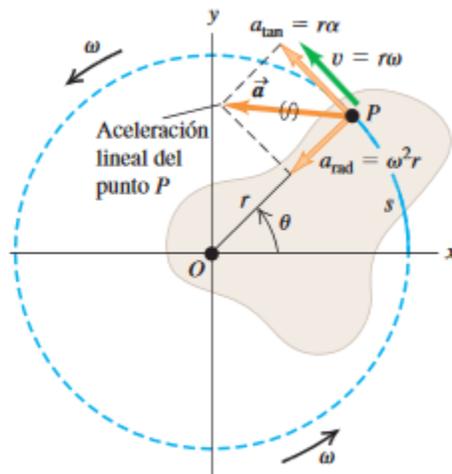


Figura A. 17 Movimiento rotatorio de una partícula

Fuente: (Young & Freedman, 2009)

La componente tangencial de la aceleración, actúa cambiando la magnitud de la velocidad de la partícula y es igual a la razón de cambio de la rapidez. Tenemos:

$$a_{tan} = r\alpha$$

Esta componente de la aceleración de una partícula siempre es tangente a la trayectoria circular de la partícula.

La componente centrípeta de aceleración, está asociada con el cambio de dirección de la velocidad de la partícula. Entonces expresando en términos de velocidad angular:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

Esta ecuación se cumple en todo instante, aún si ω y v no son constantes. La componente centrípeta siempre apunta hacia el eje de rotación.

La suma vectorial de las componentes centrípeta y tangencial de la aceleración de una partícula en un cuerpo en rotación es la aceleración lineal.

4 LISTA DE MATERIALES Y MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Tabla A.2.1

Lista de materiales de la práctica "Cinemática Rotacional"

N°	Equipos y Material	Cantidad
1	Mecanismo giratorio LEGO	1
2	Masa de 0.016 Kg.	2
3	Software Tracker	1

Fuente: Elaboración propia

La figura A.18, muestra el montaje del motor con las dos masas de 0.016 Kg. cada una.

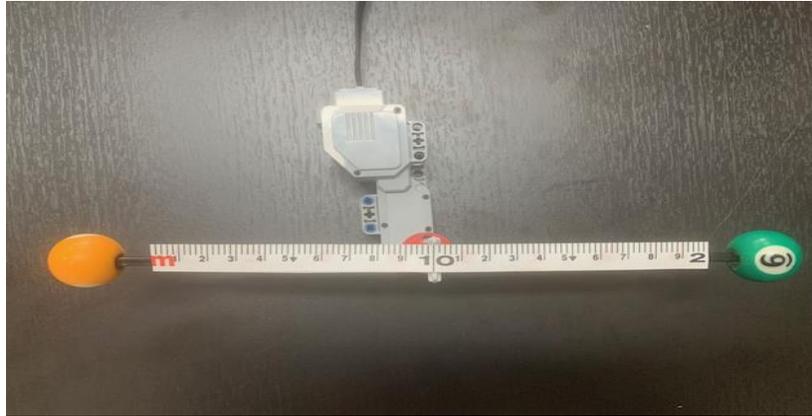


Figura A. 18 Montaje del motor con las dos masas de 0.016Kg.

Fuente: Elaboración propia

5 ADECUACIÓN DEL ENTORNO, EJECUCIÓN Y FILMACIÓN DEL FENÓMENO FÍSICO

Se ha ensamblado el experimento en el Laboratorio de Física de la Universidad Espíritu Santo, colocando una cinta métrica de 20 centímetros sobre el mecanismo giratorio, con el fin de que el software correlacione las unidades de medidas físicas. El video se muestra en la Figura A.19.

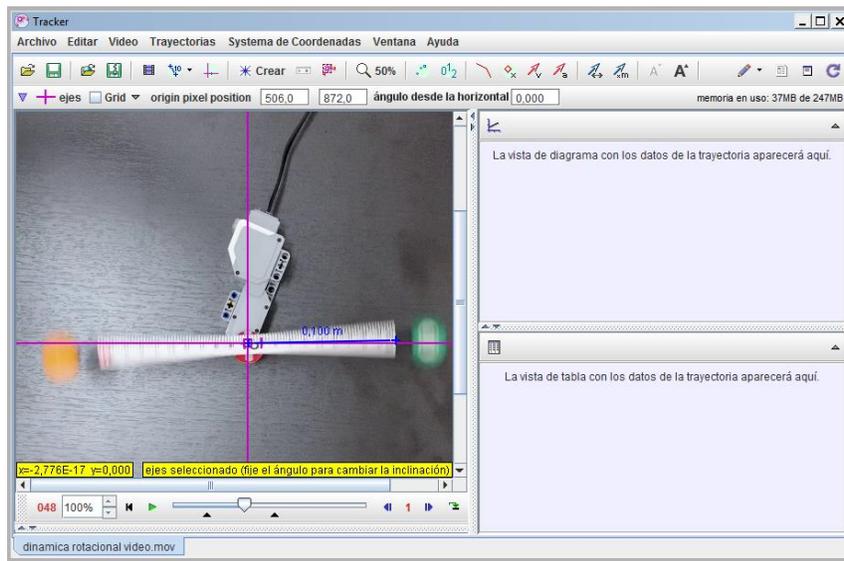


Figura A. 19 Video en software Tracker

Fuente: Elaboración propia

6 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE TRACKER

Se realiza la edición del video previamente cargado en la computadora. Se selecciona un cuadro inicial de 23 y cuadro final de 68, con esto se consigue tomar datos de muestra de alrededor de 45 puntos. Estos valores se los determina previo análisis de los momentos irrelevantes del fenómeno físico. Para una mejor información sobre la edición del video favor dirigirse al Anexo 5.

7 SIMULACIÓN DEL EXPERIMENTO

Para poder marcar una referencia en el software Tracker, se necesita la ayuda de la vara de calibración. El siguiente paso es colocar un sistema de coordenadas para determinar el origen o el punto de referencia del sistema a simular, indicando donde se inicia el movimiento.

La figura 4.20 muestra el video a simular con la vara de calibración y el sistema de coordenadas previamente colocado.

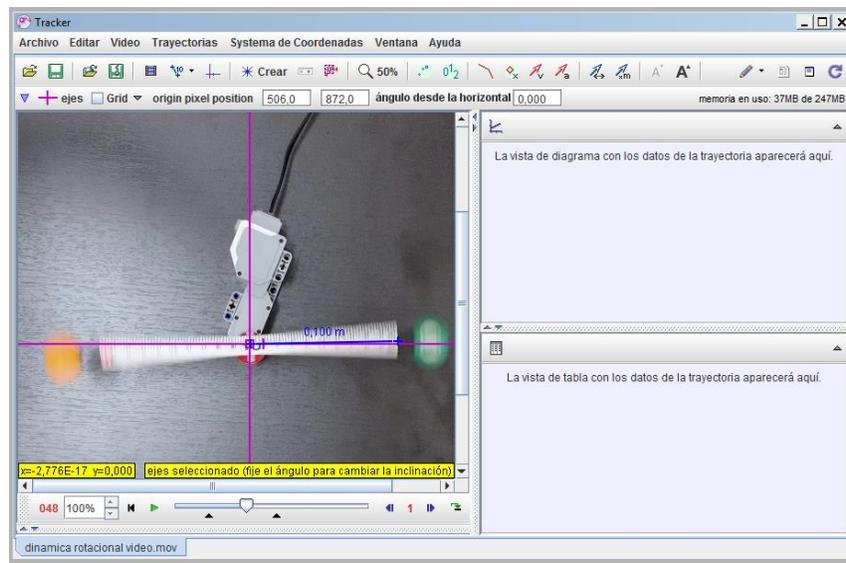


Figura A. 20Vara de calibración y sistema de coordenadas

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es crear una masa puntual, con el objetivo de que el software identifique la trayectoria del movimiento y consecuentemente poder medir valores, lo cual se muestra en la Figura A.21.

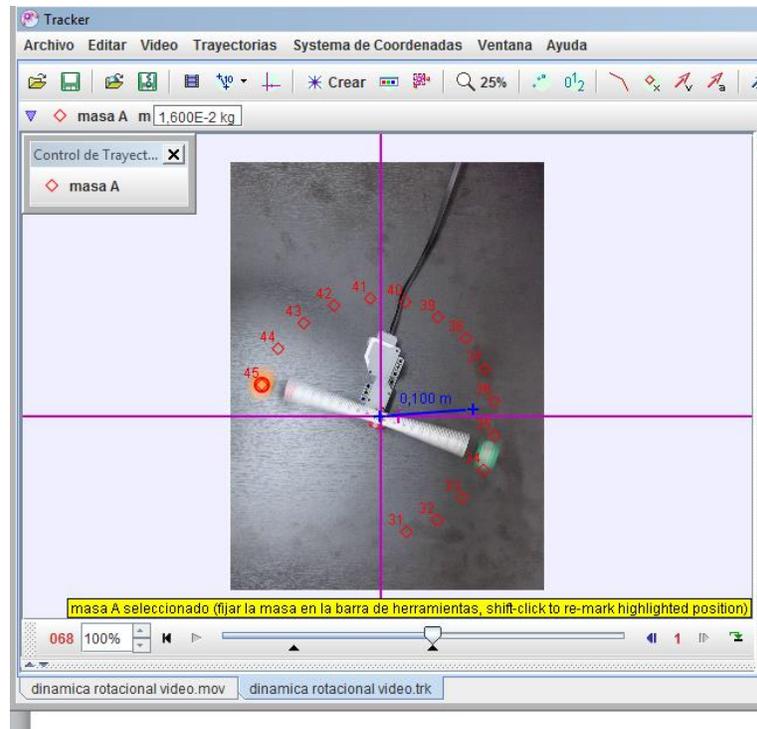


Figura A. 21 Recorrido de la masa

Fuente: Elaboración propia

Se considera importante mencionar que en esta práctica es recomendable realizar el tracker o seguimiento de la masa de manera manual, ya que si se realiza el autotracker va a requerir de un mayor tiempo de cálculo ya que las gráficas a obtener son senos y cosenos, por lo que el tiempo durante la simulación es muchísimo mayor.

8 ANÁLISIS DE DATOS Y GRÁFICOS

Se procede a realizar el análisis de las tablas de resultados con sus respectivas gráficas.

Las variables a elegir son:

x : Posición en x

y : Posición en y

r : radio

θ : ángulo de rotación

ω : velocidad angular

La figura A.22 muestra las variables a elegir en el software Tracker.

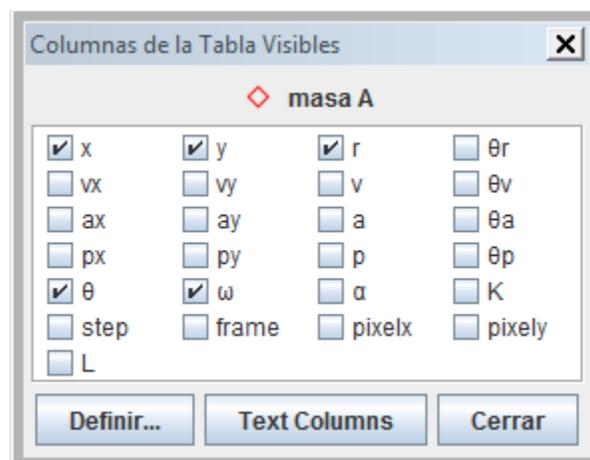


Figura A. 22 Variables a elegir

Fuente: Elaboración propia

En el software Tracker se mostrará el gráfico de la figura A.23, el cual nos indica de posición en eje x , así como también muestra la tabla de datos de x vs. t

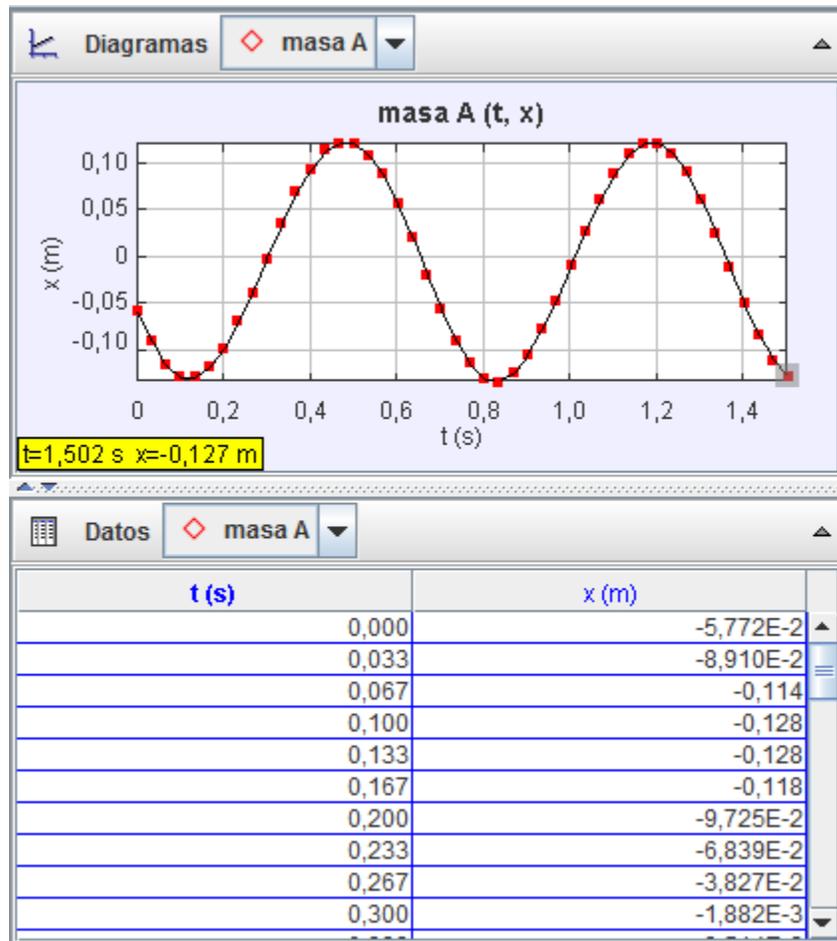


Figura A. 23 Gráfico de posición x vs. t y tablas de datos

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se mostrará el gráfico de la figura A.24 el cual nos indica de posición en eje y , así como también muestra la tabla de datos de y vs. t

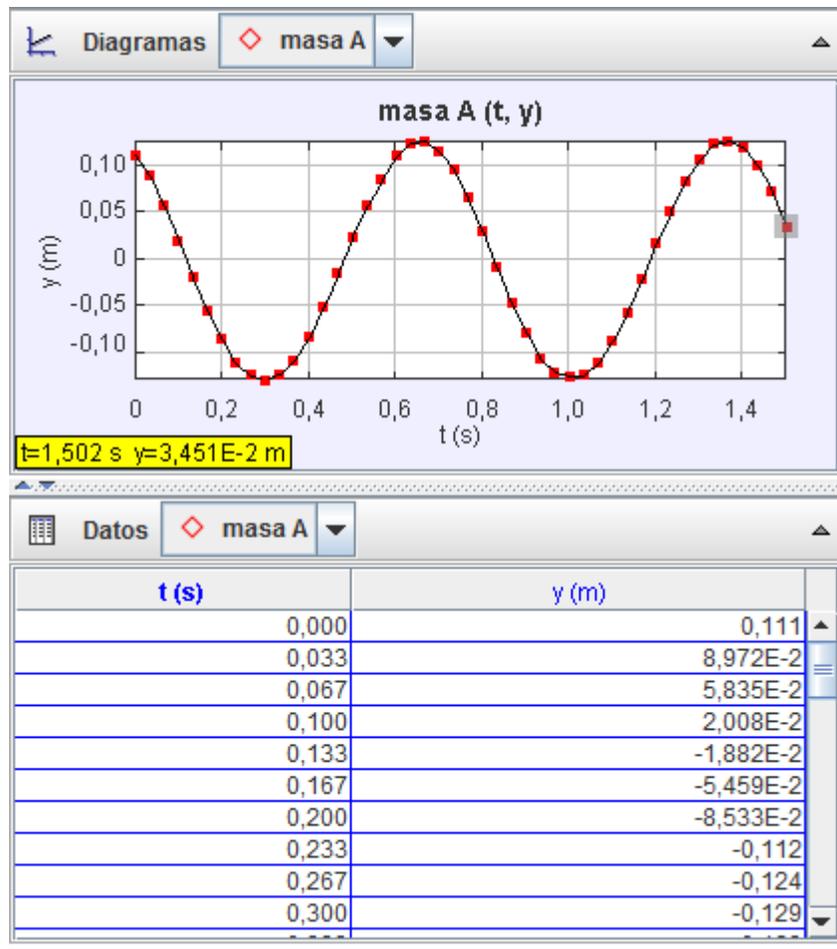


Figura A. 24 Gráfico de posición y vs. t y tablas de datos

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el gráfico de la figura A.25, el cual nos indica de posición en eje x vs. y , así como también muestra la tabla de datos.

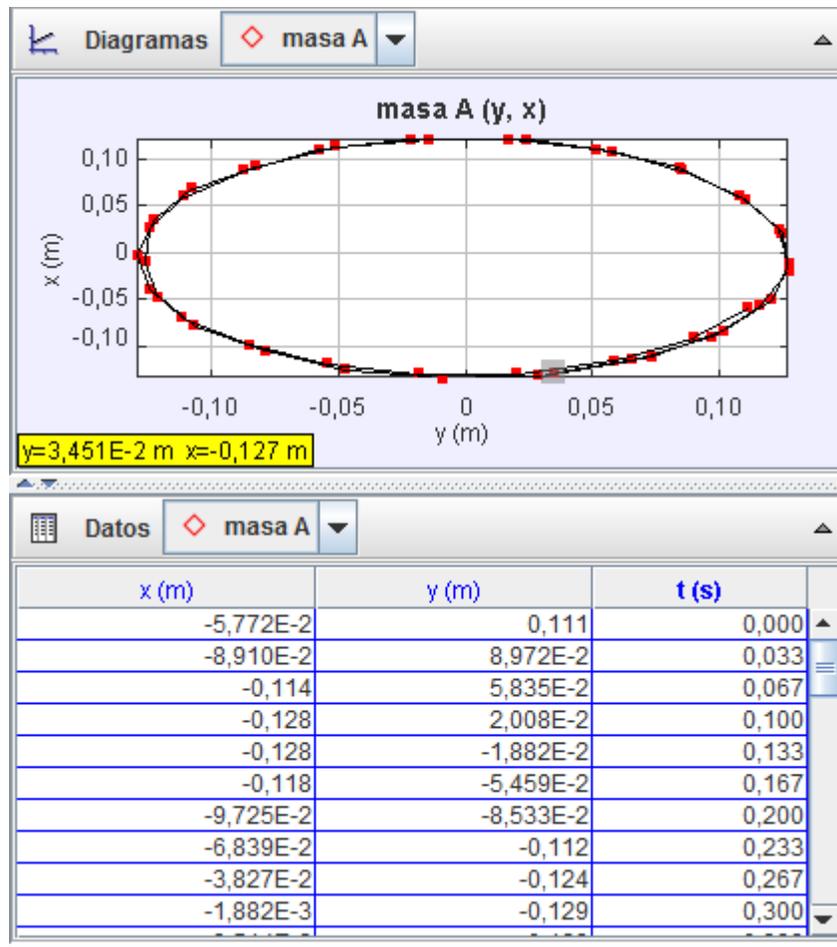


Figura A. 25 Gráfico de x vs. y y tablas de datos

Fuente: Elaboración propia

En el software Tracker se mostrará el gráfico de la figura A.26, el cual nos indica el ángulo de rotación vs. Tiempo, y así como también muestra la tabla de datos.

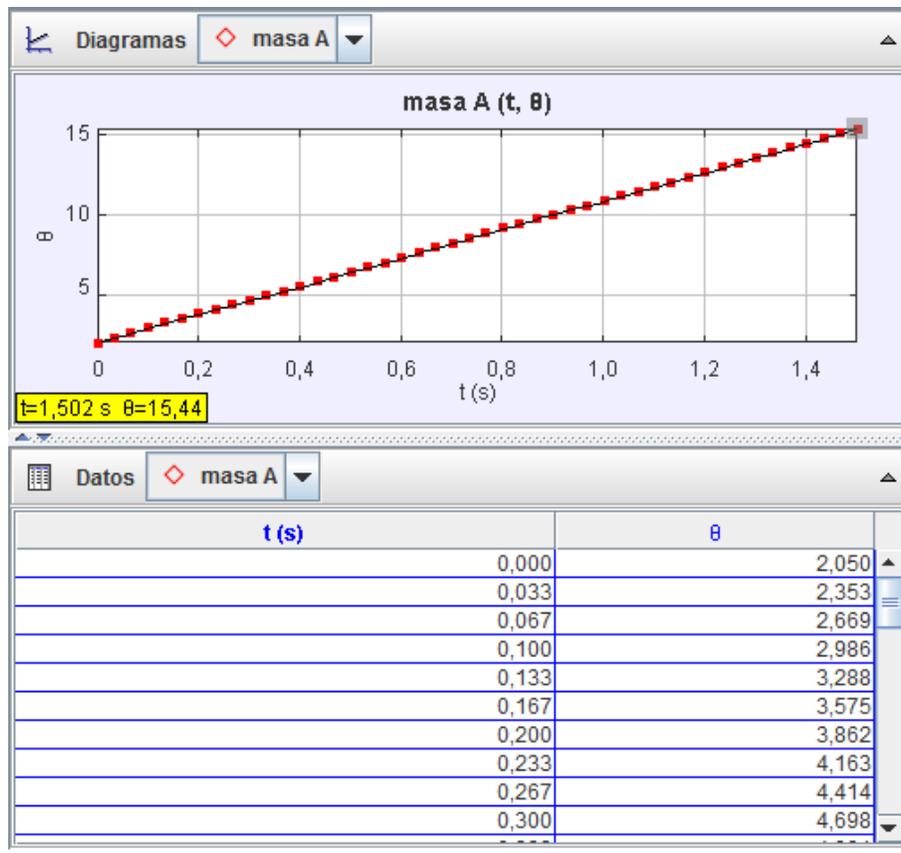


Figura A. 26 Gráfico de θ vs. t y tablas de datos

Fuente: Elaboración propia

Se procede a realizar el respectivo ajuste en las gráficas de desplazamiento angular, lo cual se muestra en figura A.27, en la cual se realiza el ajuste lineal, dando como resultado la siguiente ecuación de ajuste:

$$\theta = At + B$$

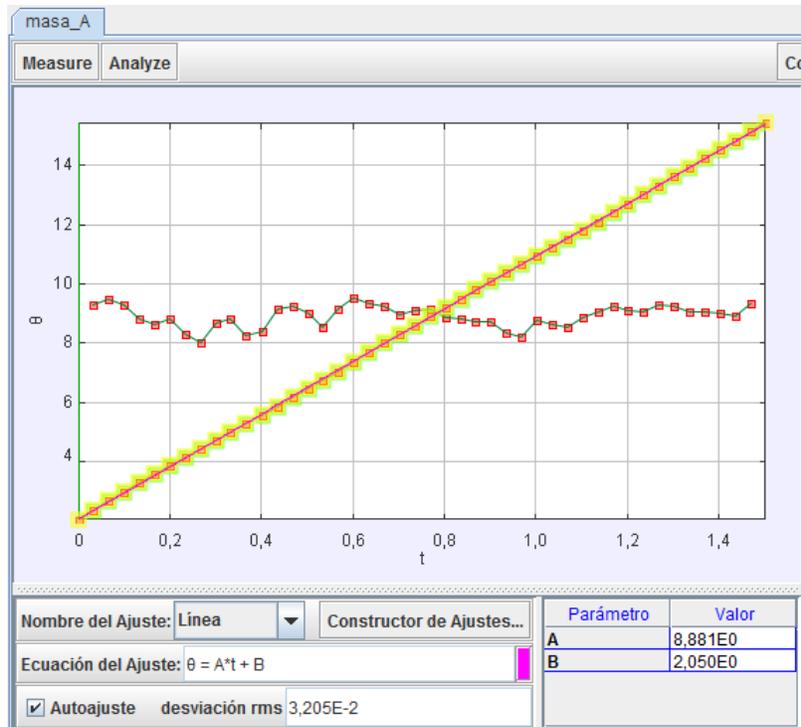


Figura A. 27 Ajuste de curva de desplazamiento angular

Fuente: Elaboración propia

Como es de conocimiento teórico se tiene que

$$\theta(t) = \omega t$$

Entonces, la constante A de la ecuación del ajuste sería la velocidad angular ω , el cual el valor es de:

$$\omega = 8,881 \frac{rad}{seg}$$

9 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Con fines de involucrar la aplicación de la dinámica a la simulación, se procede a realizar un modelo dinámico para obtener una emulación del fenómeno físico en estudio (Ingeniería inversa). Favor dirigirse al Anexo 5.

10 CONCLUSIONES

Se concluye que las dos masas giran sobre un eje fijo a una velocidad angular constante de $8,881 \frac{rad}{seg}$. Mediante el análisis de gráficas del movimiento rotacional, se pudo validar el modelo dinámico de la cinemática rotacional, por medio del proceso inverso, a través del software Tracker.

11 BIBLIOGRAFÍA

Serway, R., & Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (Séptima ed. Vol. I): Cengage Learning.

Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física universitaria* (Vol. I). México: PEARSON Educación.

Brown Douglas.(2019). *Tracker* (Versión 5.1.3).Recuperado de <https://physlets.org/tracker/>

A.3 Práctica experimental de Física con Tracker

PRÁCTICA Conservación de la Energía”

1 INTRODUCCIÓN

En la presente práctica de laboratorio se procederá a comprobar la ley de conservación de la energía de una masa que baja por una rampa con curvatura partiendo del reposo. Haciendo uso del software Tracker, se podrá analizar las diferentes energías como son la cinética, potencial gravitacional y mecánica por medio de gráficas y tablas de resultados. Se realizan comparaciones y se validan los resultados obtenidos.

2 OBJETIVO

Comprobar la ley de la Conservación de la Energía Mecánica, a través de una masa que baja por una rampa con curvatura desde una altura previamente definida, aplicando el software Tracker para la obtención de la energía cinética, potencial gravitacional.

3 CONCEPTOS, LEYES Y PRINCIPIOS FÍSICOS

Energía Cinética

La bibliografía contemporánea (Hewitt, 2007; Serway & Jewett, 2008) afirma que la energía cinética de una partícula es una cantidad escalar, que depende de la masa y la rapidez de la partícula, no depende de la dirección de su movimiento. La energía cinética de una partícula es igual al trabajo total que se efectuó para acelerarla desde el reposo hasta su rapidez actual. La unidad de la energía es el Joule "J".

La ecuación para la energía cinética es:

$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

Donde:

$$m = \textit{masa}$$

$$v = \textit{velocidad del objeto}$$

Energía potencial gravitacional

La bibliografía de (Brown, 2019), nos indica que esta es un tipo de energía que se almacena en el campo gravitatorio, es decir que la gravedad ejecuta un trabajo que define esta energía y que siempre apunta hacia abajo. La cantidad de energía gravitacional depende de la masa del objeto y de la altura que tenga con respecto al nivel de referencia definido. Mientras más alto o elevado este un objeto o masa, mayor será su energía gravitacional.

En consecuencia, se puede identificar a la energía potencial gravitacional de la siguiente manera:

$$U_g = m * g * h$$

Donde:

m = masa del cuerpo

g = valor de la gravedad

h = altura de la masa respecto al nivel de referencia

Ley de Conservación de la energía y Fuerzas Conservativas

De acuerdo a la bibliografía de (Young & Freedman, 2009), una fuerza que puede tener una conversión bidireccional entre energías cinética y potencial es una *fuerza conservativa*.

El trabajo realizado por una fuerza conservativa tiene las siguientes propiedades:

- Se puede expresar como la diferencia entre el valor inicial y final de una función de energía potencial.
- Es reversible.
- Es independiente de la trayectoria del cuerpo y depende sólo de los puntos inicial y final.
- Si los puntos inicial y final es el mismo, el trabajo total es cero.

Si las únicas fuerzas que efectúan el trabajo son fuerzas conservativas, la energía mecánica total, $E = K + U$ es constante.

La energía mecánica total de un sistema se define como la suma de la energía cinética y la energía potencial:

$$E_m = K + U$$

Donde:

E_m = Energía Mecánica

K = Energía Cinética

U = Energía Potencial

4 LISTA DE MATERIALES Y MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Tabla A.3.1

Lista de materiales de la práctica “Conservación de la Energía”

N°	Equipos y Material	Cantidad
1	Rampa con curvatura	1
2	Masa de 0.016Kg.	1
3	Cinta métrica de 90 cm.	1
4	Software Tracker	1

Fuente: Elaboración propia

La figura A.28, muestra el montaje del fenómeno físico.



Figura A. 28 Montaje del experimento

Fuente: Elaboración propia

5 ADECUACIÓN DEL ENTORNO, EJECUCIÓN Y FILMACIÓN DEL FENÓMENO FÍSICO

Se ha adecuado el Laboratorio de Física de la Universidad Espiritu Santo, colocándole una cinta métrica de 1 metro en la parte vertical de la rampa con curvatura, con el fin de que el software correlacione las unidades de medidas físicas. El video se muestra en la Figura A.29.

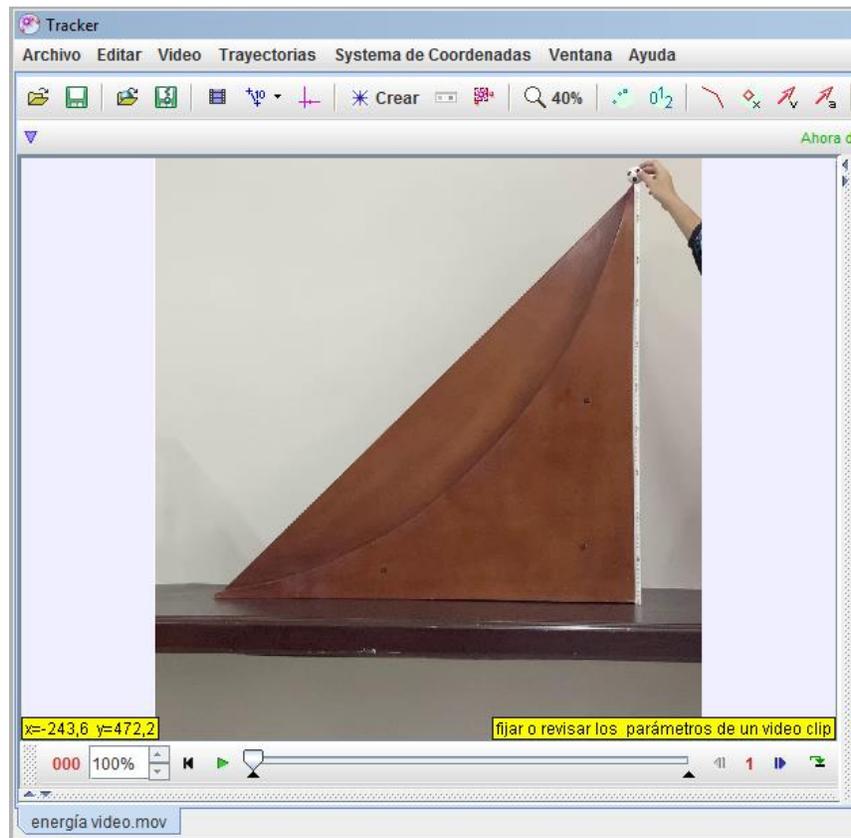


Figura A. 29 Video en software Tracker

Fuente: Elaboración propia

6 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE TRACKER

Se realiza la edición del video previamente cargado en la computadora. Se selecciona un cuadro inicial de 18 y cuadro final de 36, con esto se consigue tomar datos de muestra de alrededor de 18 puntos. Estos valores se los determina previo análisis de los momentos irrelevantes del fenómeno físico. Para una mejor información sobre la edición del video favor dirigirse al Anexo A.6.

7 SIMULACIÓN DEL EXPERIMENTO

Para poder marcar una referencia en el software Tracker, se necesita la ayuda de la vara de calibración. El siguiente paso es colocar un sistema de coordenadas

para determinar el origen o el punto de referencia del sistema a simular, indicando donde se inicia el movimiento.

Consecuentemente se crea una masa puntual, con el objetivo de que el software identifique la trayectoria del movimiento y consecuentemente poder medir valores, lo cual se muestra en la Figura A.30.

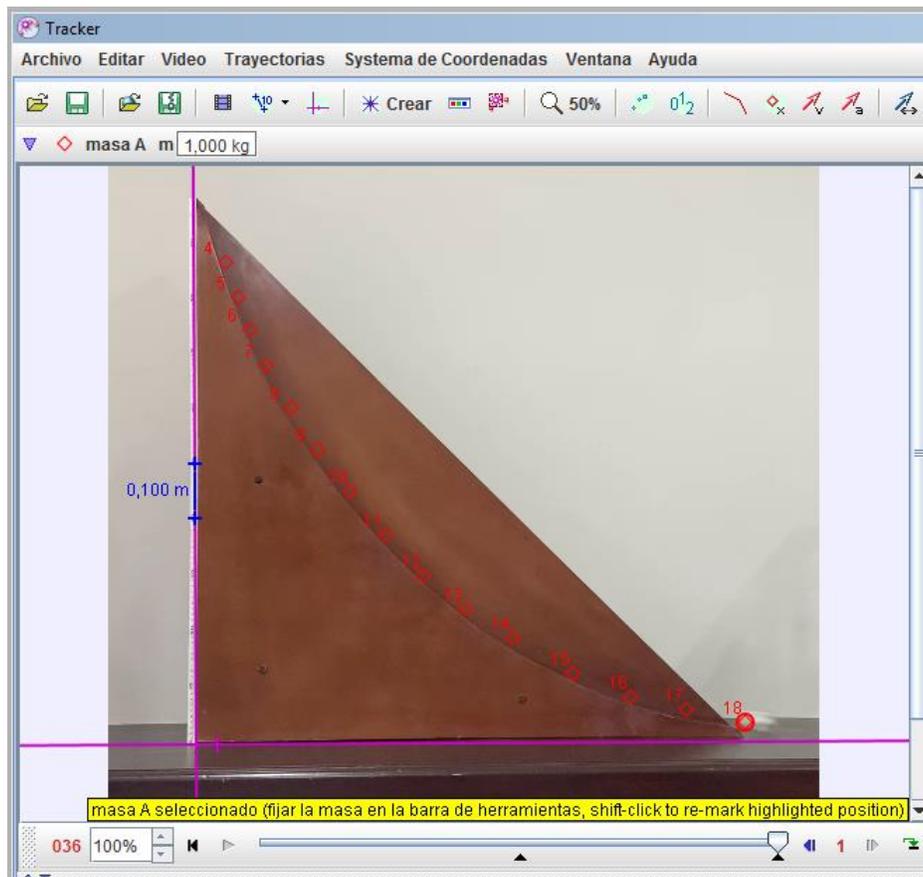


Figura A. 30 Recorrido de la masa de la práctica 5

Fuente: Elaboración propia

Se considera importante mencionar que en esta práctica es recomendable realizar el tracker o seguimiento de la masa de manera manual, ya que si se realiza el autotracker va a requerir de un mayor tiempo de cálculo debido a que las gráficas requieren de un mayor tiempo durante la simulación.

8 ANÁLISIS DE DATOS Y GRÁFICOS

Se procede a realizar el análisis de las tablas de resultados con sus respectivas gráficas.

Las variables a elegir son:

x : Posición en x

y : Posición en y

K = Energía cinética

U_g : Energía potencial gravitacional

E_m = Energía mecánica

La figura A.31 muestra las variables a elegir en el software Tracker.

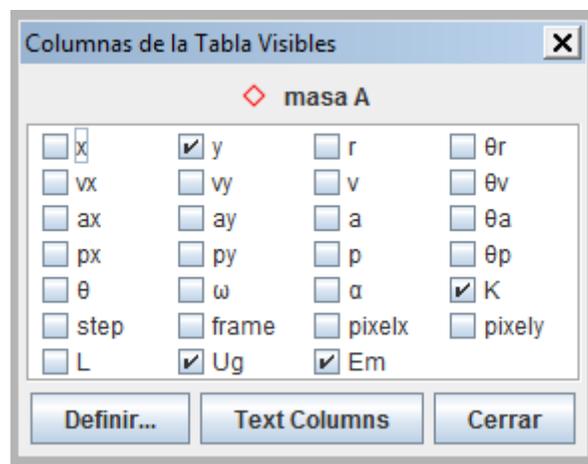


Figura A. 31 Variables a elegir de la práctica 5

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el gráfico x vs. y , que muestra la trayectoria de la masa al caer por la rampa con curvatura, tal como indica la figura A.32, junto con su tabla de datos.

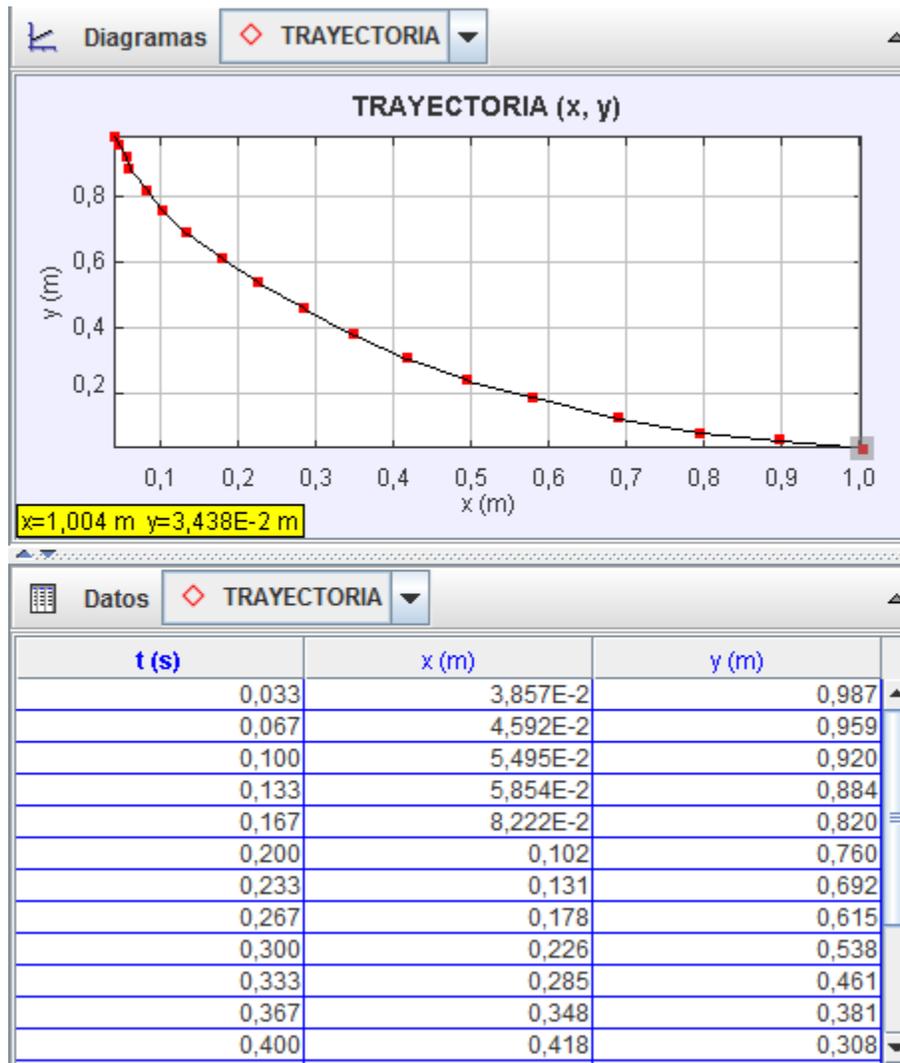


Figura A. 32 Gráfico de x vs. y y tablas de datos

Fuente: Elaboración propia

Se procede a colocar en el Constructor de Datos el valor constante de la gravedad, el cual está definido por $9,8 \frac{m}{seg^2}$, para el respectivo desarrollo de los valores en las tablas de datos.

Se define las fórmulas respectivas para poder calcular la Energía Potencial Gravitacional y le Energía mecánica, tal como se indica en la figura A.33.

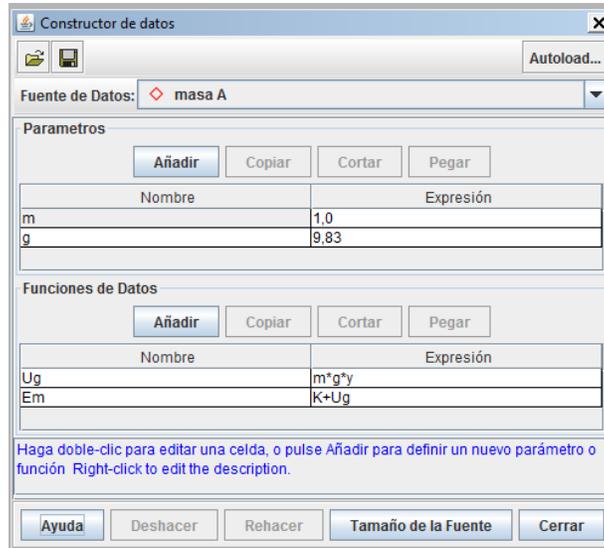


Figura A. 33 Definición de parámetros de la práctica 5

Fuente: Elaboración propia

Se procede a observar la figura A.34 la cual nos muestra la energía cinética de todo el sistema, junto a su respectiva tabla de datos. Se puede apreciar que el crecimiento de la curva es cuadrático ya que a medida que baja la masa por la rampa la velocidad aumenta.

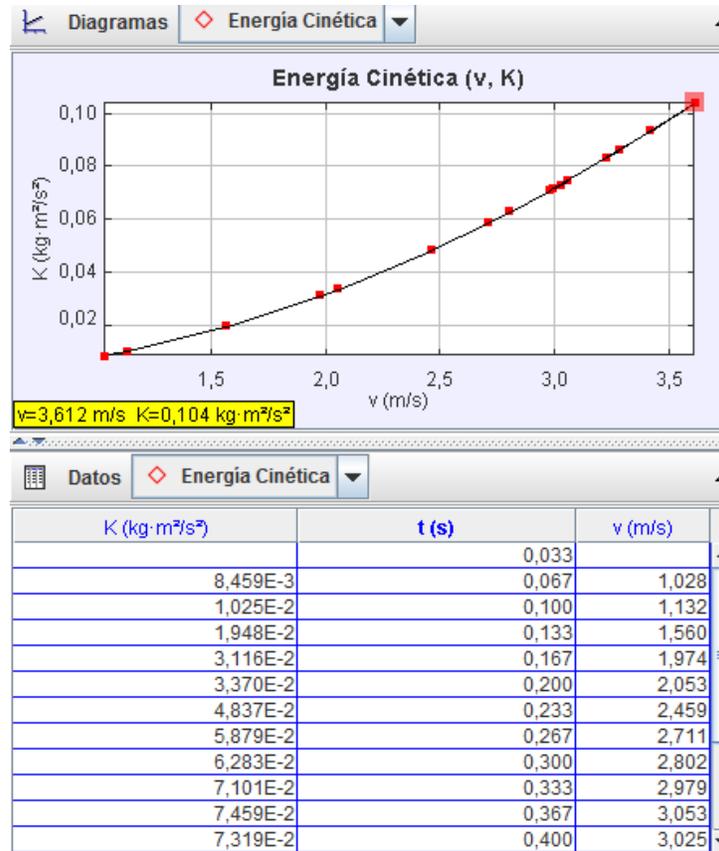


Figura A. 34 Curva de Energía cinética y tabla de datos

Fuente: Elaboración propia

Se procede a observar la figura A.35 la cual nos muestra la energía potencial gravitacional de todo el sistema, junto a su respectiva tabla de datos. . Se puede apreciar que la curva decrece mientras baja la masa por la rampa ya que la altura también disminuye.

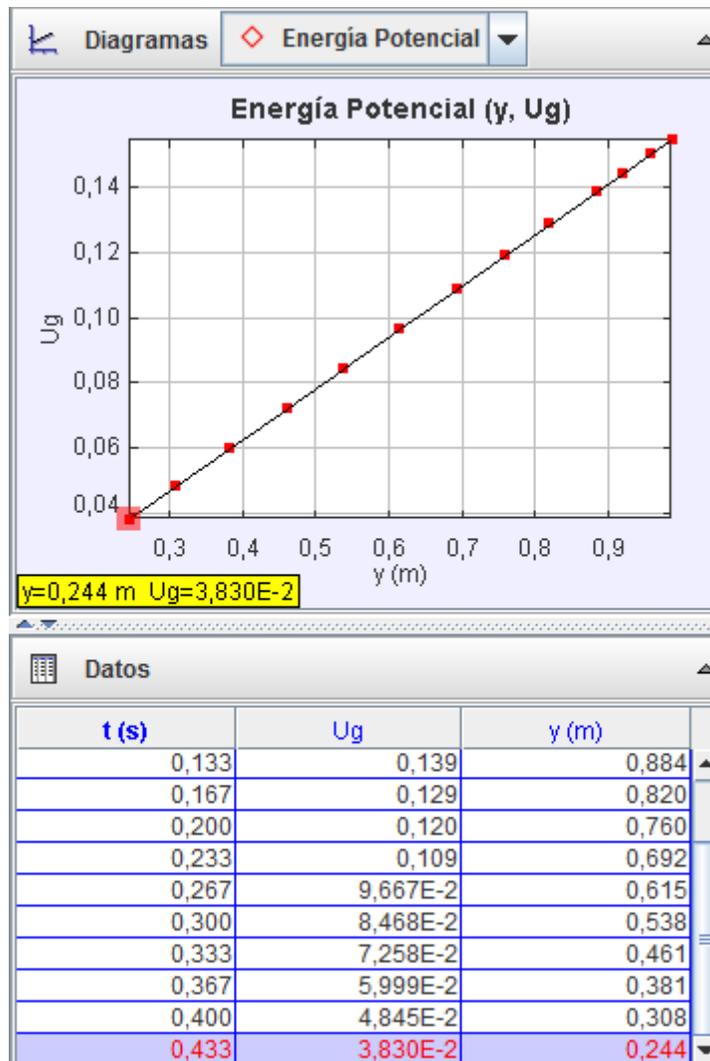


Figura A. 35 Curva de Energía potencial gravitacional y tabla de datos

Fuente: Elaboración propia

Se procede a observar la figura A.36 la cual nos muestra la energía mecánica de todo el sistema, junto a su respectiva tabla de datos. Se puede apreciar que la gráfica es una constante ya que se cumple la ley de conservación de la energía.

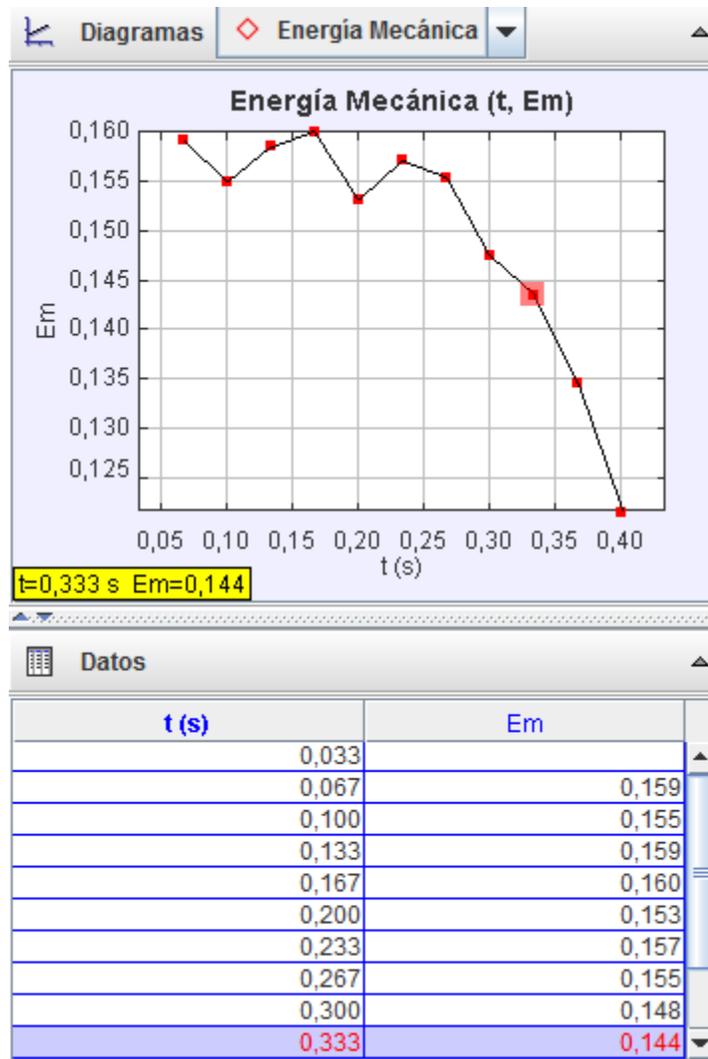


Figura A. 36 Curva de Energía mecánica y tabla de datos

Para una mejor visualización del fenómeno físico se proceda a comparar las curvas de energía cinética (K), energía potencial gravitacional (U_g) y energía mecánica (E_m), respecto al tiempo, tal como se observa en la figura A.37.

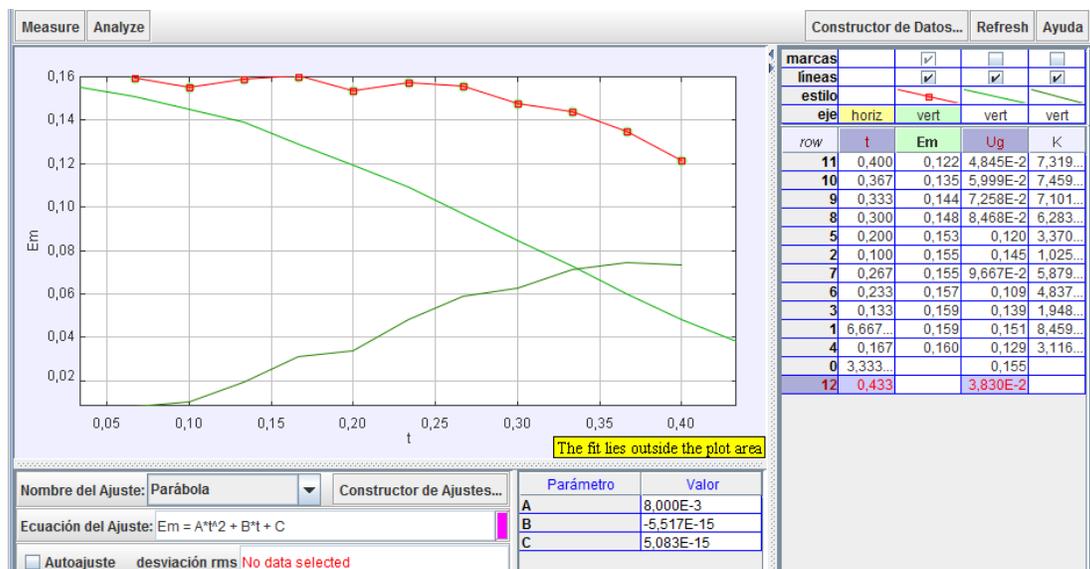


Figura A. 37 Curvas de energías respecto al tiempo

Fuente: Elaboración propia

9 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Como actividad complementaria, se deja a disposición un video donde se tiene una esfera que cae por una rampa inclinada con ángulo de inclinación de 45° a una determinada altura y a la vez otra esfera que cae por una rampa inclinada con curvatura desde la misma altura. Obtener las energías correspondientes y verificar cual trayectoria le tomará menos tiempo en llegar al final de la rampa.

10 CONCLUSIONES

Se logró comprobar la ley de la Conservación de la Energía de una esfera que baja por una trayectoria circular mediante análisis de gráficas de Energía Cinética y Energía Potencial aplicando adecuadamente el software Tracker. Algunas imprecisiones fueron generadas debido a la fricción de la rampa con la esfera.

11 BIBLIOGRAFÍA

Serway, R., & Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (Séptima ed. Vol. I): Cengage Learning.

Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física universitaria* (Vol. I). México: PEARSON Educación.

Brown Douglas.(2019). *Tracker* (Versión 5.1.3).Recuperado de <https://physlets.org/tracker/>

A.4 Guía de desarrollo del uso de Tracker de la práctica “Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado”

Se procede a iniciar el software Tracker que es donde se va a realizar la simulación de la práctica virtual del movimiento rectilíneo uniformemente variado.

En la figura A.38 se muestra la página de inicio del software Tracker.

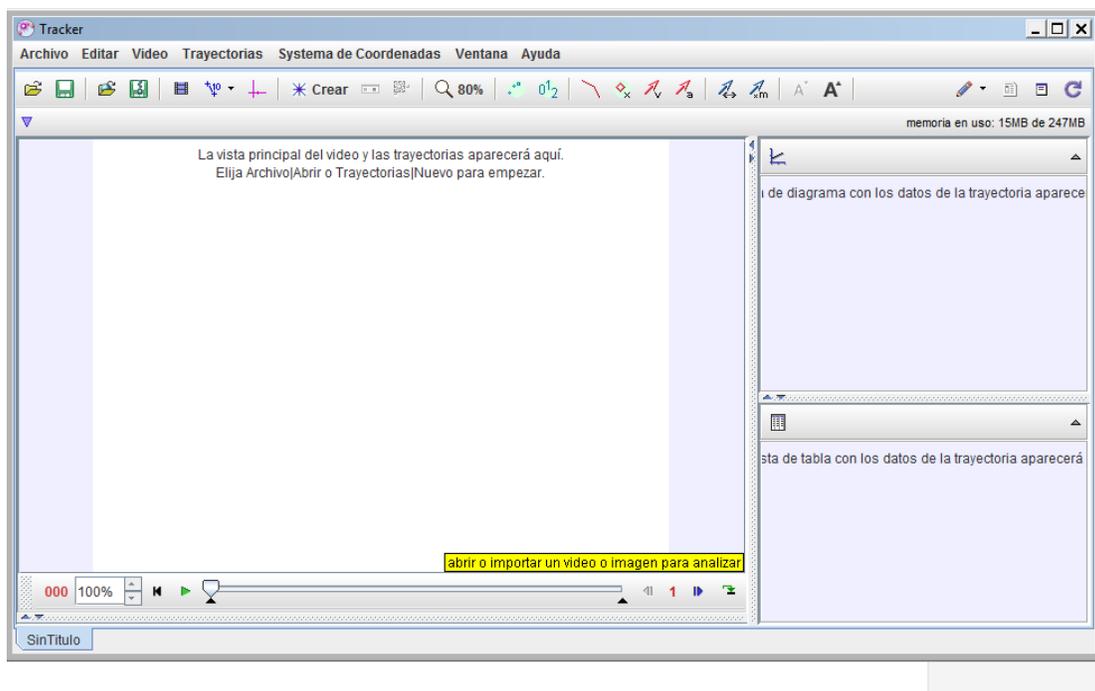


Figura A. 38Página de inicio del software Tracker para la práctica 1

Fuente: Elaboración propia

Una vez abierto el software se tiene que seleccionar el botón “Abrir archivo” para poder seleccionar el video requerido para la práctica.

La figura A.39 se muestra el video ya previamente seleccionado en el software para poder empezar a trabajar la simulación.

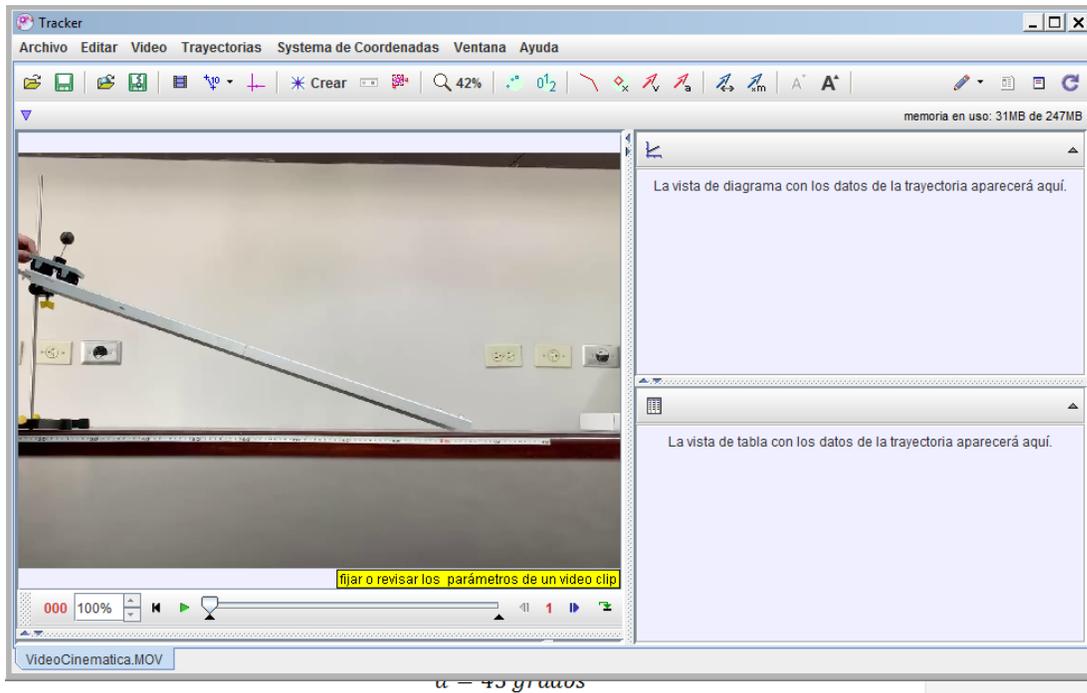


Figura A. 39Software Tracker con video de cinemática

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para lograr una correcta simulación del experimento es editar el video de tal forma que solo sea simulado el tiempo en el que el carrito PHYWE realiza el movimiento sobre la rampa inclinada y así evitar los tiempos muertos del video.

Para editar el video se lo realiza escogiendo el icono “Editar” que se encuentra en la barra de herramientas del software.

El software muestra en la parte de abajo del video flechas de dirección, ya sea adelante o atrás para poder ir seleccionando cual es el rango exacto en donde el video se encuentra realizando el movimiento de tal manera que se pueda eliminar los momentos irrelevantes.

La figura A.40 muestra la barra de edición del video.

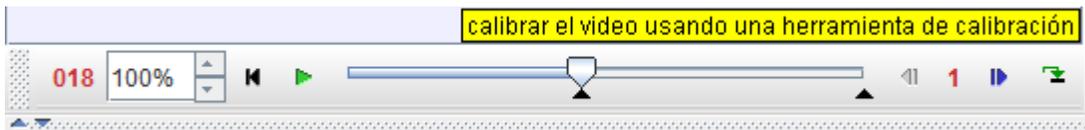


Figura A. 40 Barra de edición del video

Fuente: Elaboración propia

En el caso del video que se está simulando, se ha seleccionado un cuadro inicial de 18 y cuadro final de 40. Con los valores ya previamente determinados.

En la figura A.41 se muestra los valores de ajuste de corte de edición.

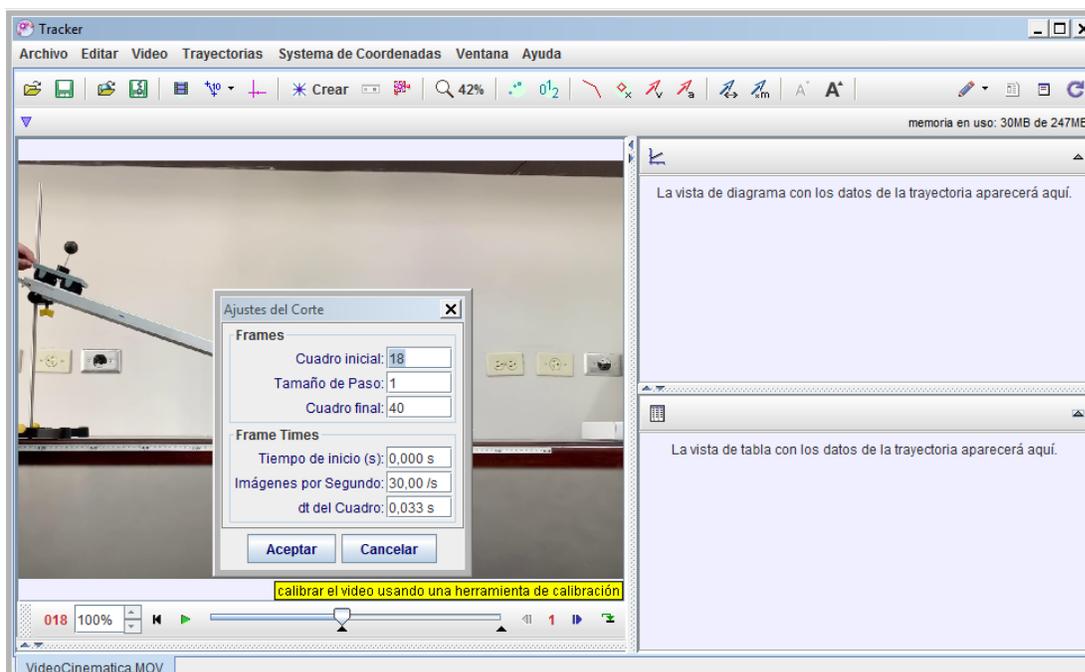


Figura A. 41 Valores de ajuste de corte

Fuente: Elaboración propia

Para poder marcar una referencia en el software, se necesita la ayuda de una vara de calibración, en la cual se le indica cuales son los valores referenciales a utilizar para la correcta simulación.

La vara de calibración se la puede obtener en la barra de herramientas del software.

En la figura A.42 se muestra la vara de calibración, la cual se ha seleccionado 10 centímetros para que sea la referencia del sistema a simular.

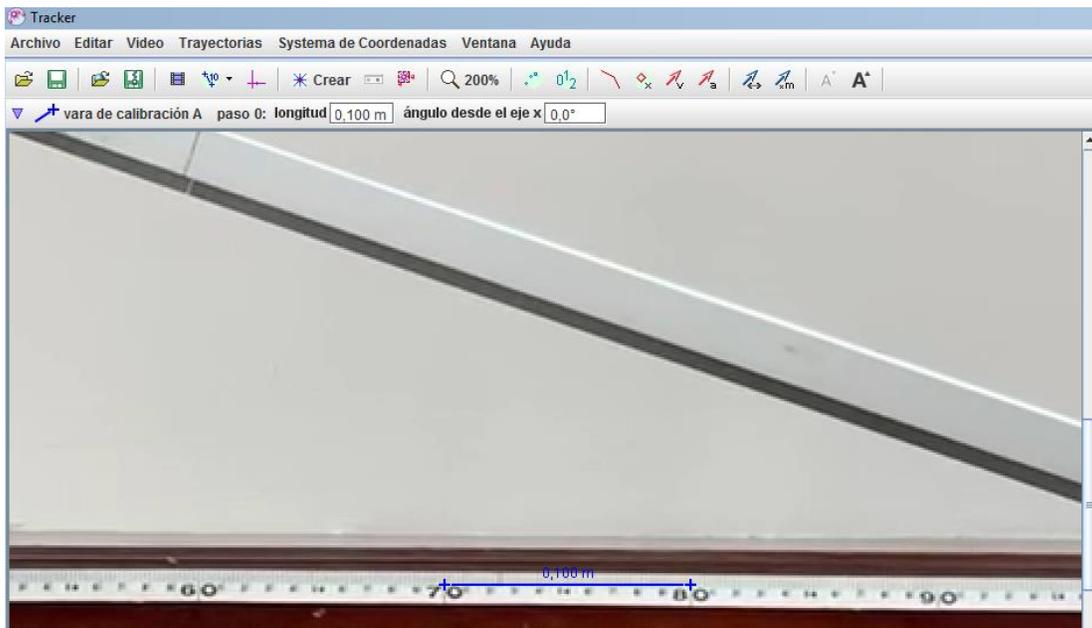


Figura A. 42Vara de calibración

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es colocar un sistema de coordenadas para determinar el origen o el punto de referencia del sistema a simular, así como también para indicar donde se inicia el movimiento.

La figura A.43 muestra el video a simular con el sistema de coordenadas previamente colocado.

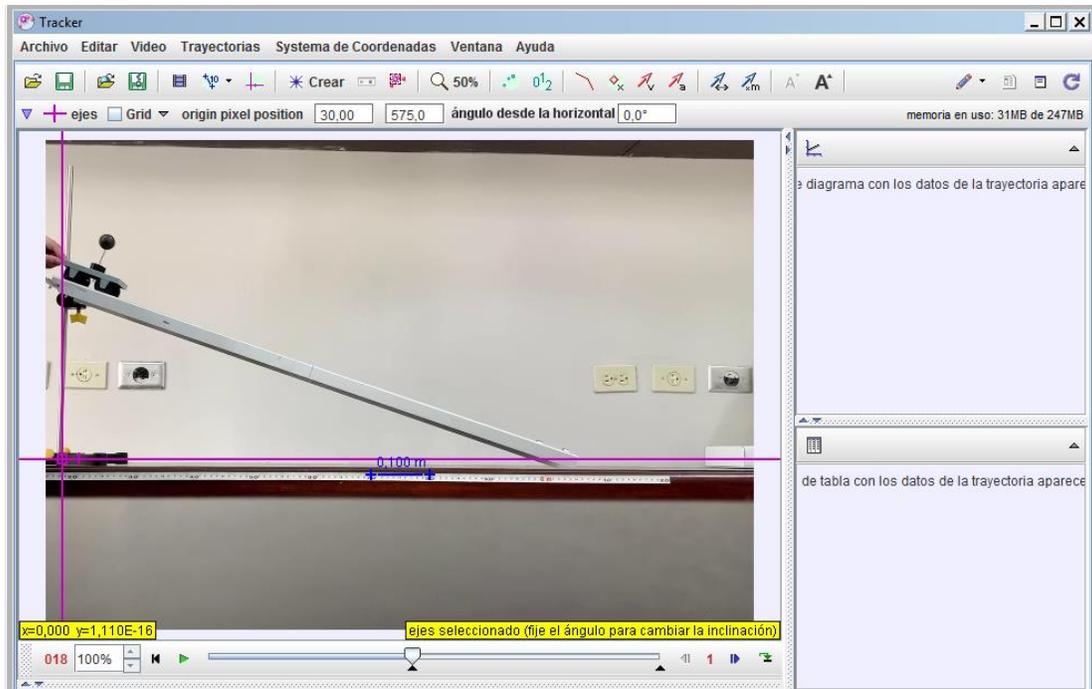


Figura A. 43 Sistema de coordenadas

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es crear una masa puntual, con el objetivo de que el software tenga una referencia de que tiene que estar siguiendo y consecuentemente poder medir valores requeridos por el estudiante.

Para crear la masa se lo hace por medio del ícono “Crear” el cual se encuentra en la barra de herramientas del software.

En la figura A.44 se muestra como crear la masa u objeto.



Figura A. 44 Como crear masa puntual

Fuente: Elaboración propia

Para poder colocar la masa encima del carrito PHYWE se tiene que presionar las teclas SHIFT + CTRL y se coloca la masa encima de la bolita que está colocada en el carrito, automáticamente aparece una ventana donde se podrá visualizar el área a elegir de la masa.

Se cambia los parámetros de la masa, la cual se le coloca como nombre "Posición" y también se procede a cambiar el valor por 0,1 Kg.

Se presiona el botón Search, y se podrá visualizar el rastreo del objeto hasta el final del movimiento.

La figura A.45 se muestra la masa que se colocó con el autotracker para posteriormente realizar el rastreo del objeto.

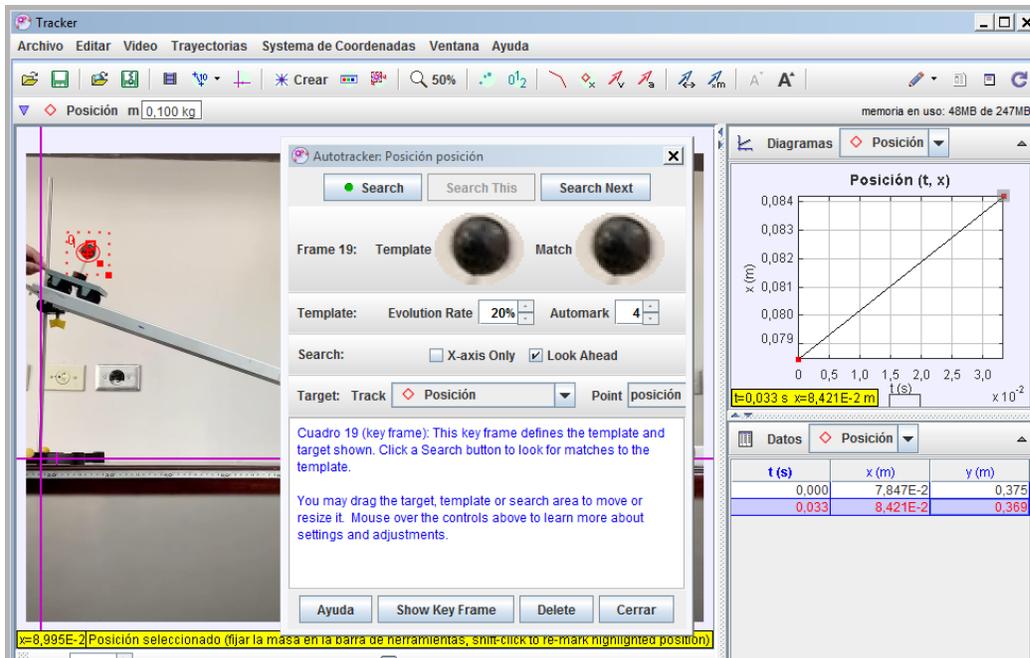


Figura A. 45 Crear una masa puntual

Fuente: Elaboración propia

Finalizados estos pasos el software realiza la simulación del experimento y se puede obtener las diversas gráficas y tablas de datos de las variables requeridas, así como realizar ajustes de curvas y obtener ecuaciones de las mismas.

A.5 Guía de desarrollo del uso de Tracker de la práctica “Cinemática Rotacional”

Para comenzar a trabajar la simulación se procede a cargar el video del fenómeno en estudio. Se recomienda ajustar el video en los tiempos que precisa el movimiento, eliminando momentos irrelevantes.

La figura A.46 muestra el software Tracker con el video previamente ya cargado para la simulación.

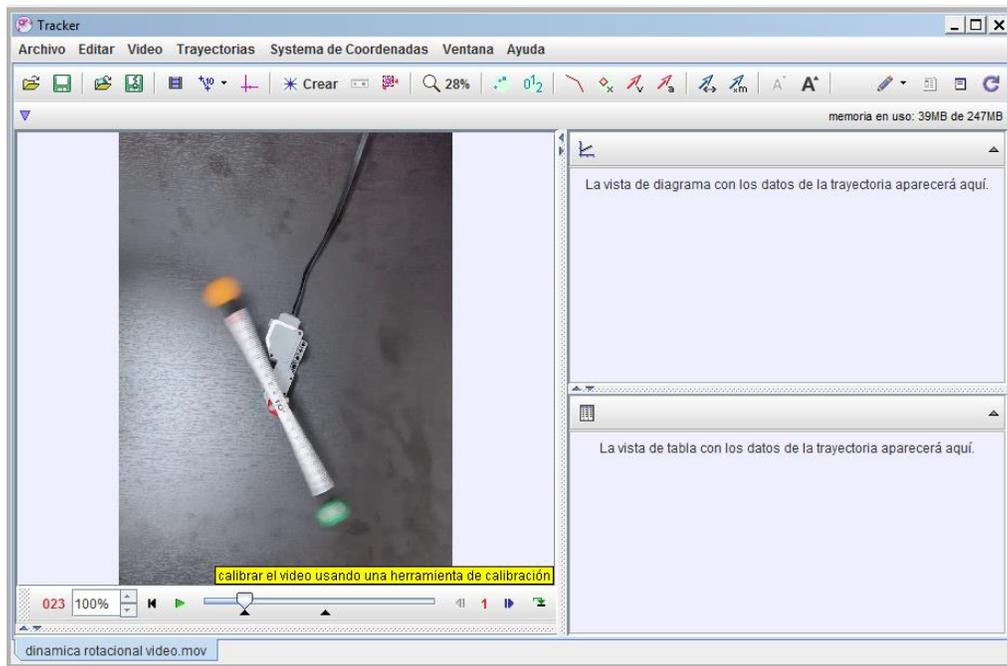


Figura A. 46 Página de inicio del software Tracker con video

Fuente: Elaboración propia

En el caso del video que se está simulando, se ha seleccionado un cuadro inicial de 23 y cuadro final de 68, con esto se consigue tomar datos de muestra de alrededor de 45 puntos.

Para poder marcar la referencia en el software Tracker, se necesita la ayuda de la vara de calibración, en la cual se le indica cuales son los valores referenciales a utilizar para la correcta simulación.

En la figura A.47 se muestra la vara de calibración, la cual se ha seleccionado 0.10 m., para que sea la referencia del sistema a simular.

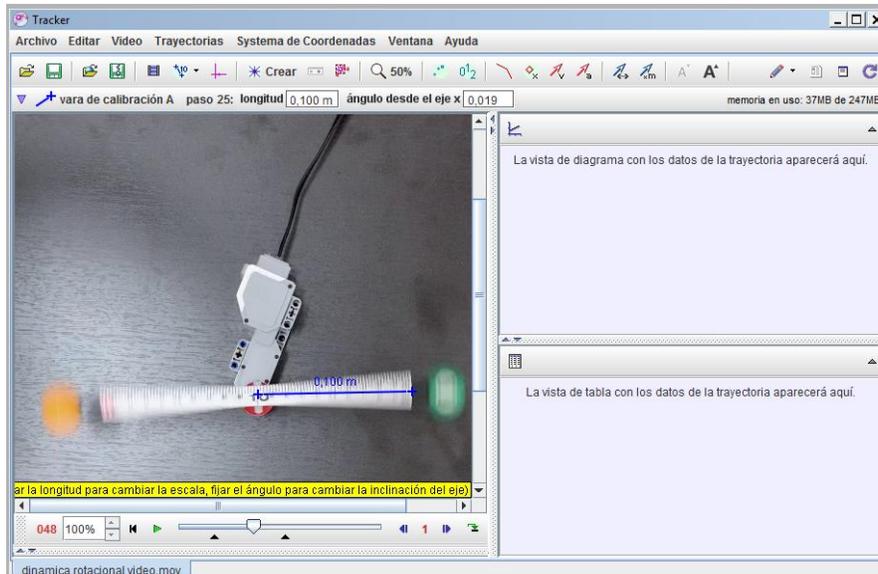


Figura A. 47 Vara de calibración

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es colocar un sistema de coordenadas para determinar el origen o el punto de referencia del sistema a simular.

La figura A.48 muestra el video a simular con el sistema de coordenadas previamente colocado.

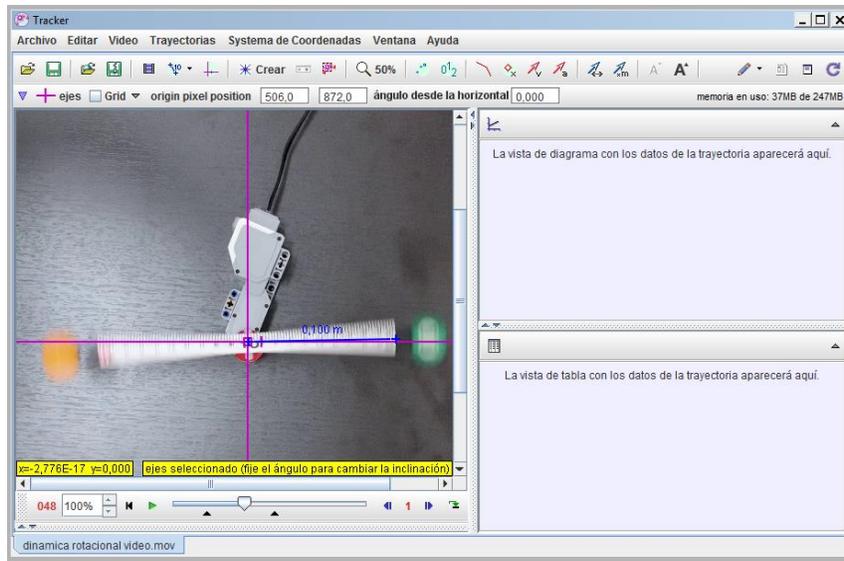


Figura A. 48 Sistema de coordenadas

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso colocar la masa puntual, con el objetivo de que el software pueda saber que tiene que estar siguiendo y consecuentemente poder medir valores requeridos. Se cambia los parámetros de la masa, la cual se le coloca el valor por 0,016 Kg.

En la figura A.49 se muestra la masa que se colocó con el autotracker para posteriormente realizar el rastreo del objeto.

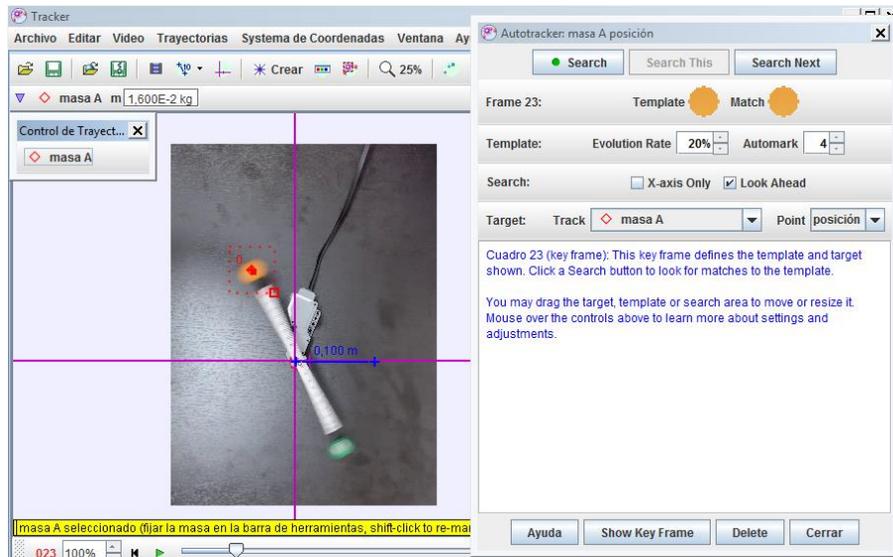


Figura A. 49 Crear una masa puntual

Fuente: Elaboración propia

En la figura A.50 se muestra el recorrido de la masa precisamente colocada durante el movimiento.

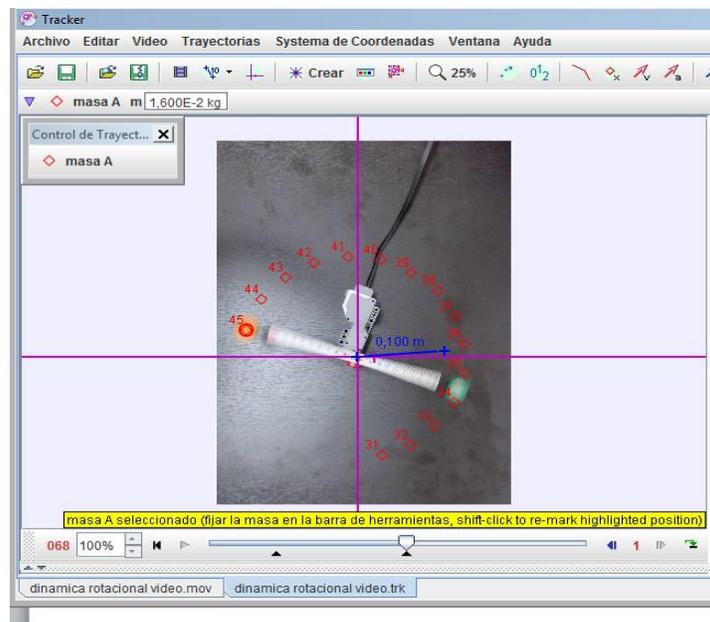


Figura A. 50 Recorrido de la masa

Fuente: Elaboración propia

Se considera importante mencionar que en esta práctica es recomendable realizar el tracker o seguimiento de la masa de manera manual, ya que si se realiza el autotracker va a requerir de un mayor tiempo de cálculo ya que las gráficas a obtener son senos y cosenos, por lo que el tiempo durante la simulación es muchísimo mayor.

Se procede a realizar el análisis de las tablas de resultados con sus respectivas gráficas, las cuales se encuentran especificadas dentro de la práctica 4.

Con fines de involucrar la aplicación de la dinámica a la simulación, se procede a realizar un modelo dinámico para obtener una emulación del fenómeno físico en estudio (Ingeniería inversa).

Los datos iniciales con los cuales contamos son:

$$r = 0.10m$$

$$\omega = 8.881 \frac{rad}{seg}$$

$$m = 0.016 Kg$$

Con el sistema de referencia ya previamente colocado, así como también la vara de calibración, se procede a ajustar el video colocando lo siguiente:

Cuadro Inicial : 0

Cuadro Final : 100

Tamaño de paso: 1

Se procede a realizar el nuevo modelo dinámico de la partícula tal como se observa en la figura A.51

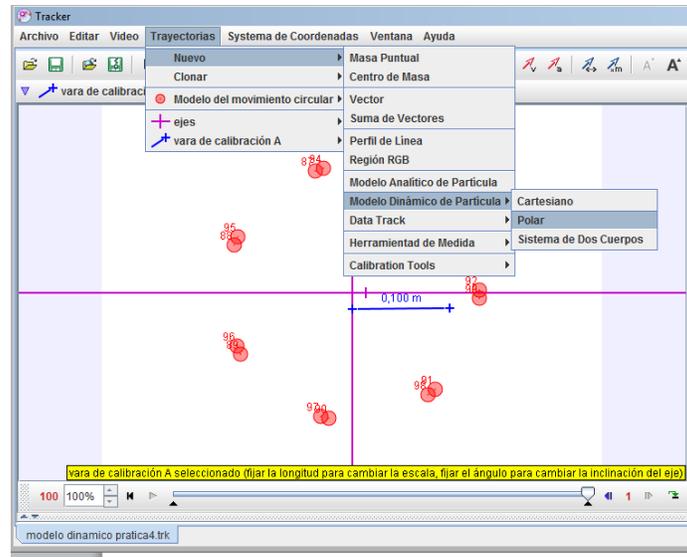


Figura A. 51 Modelo Dinámico de la Partícula

Fuente: Elaboración propia

En la pantalla de constructor de modelo se debe ingresar los datos previamente estipulados como son los valores de masa, velocidad angular y radio, tal cual se observa en la figura A.52.

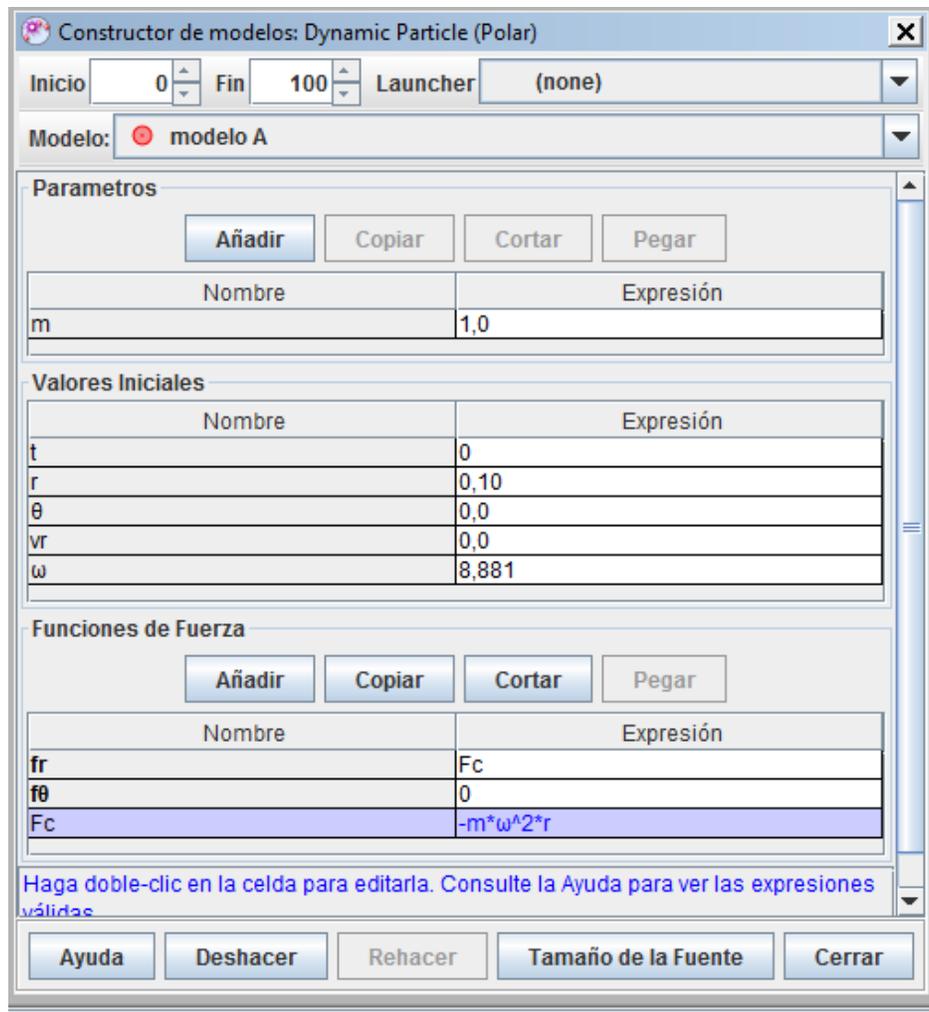


Figura A. 52 Constructor de modelos

Fuente: Elaboración propia

Se procede a realizar la simulación la cual se graficará el comportamiento del movimiento circular tal cual se muestra en la figura A.53.

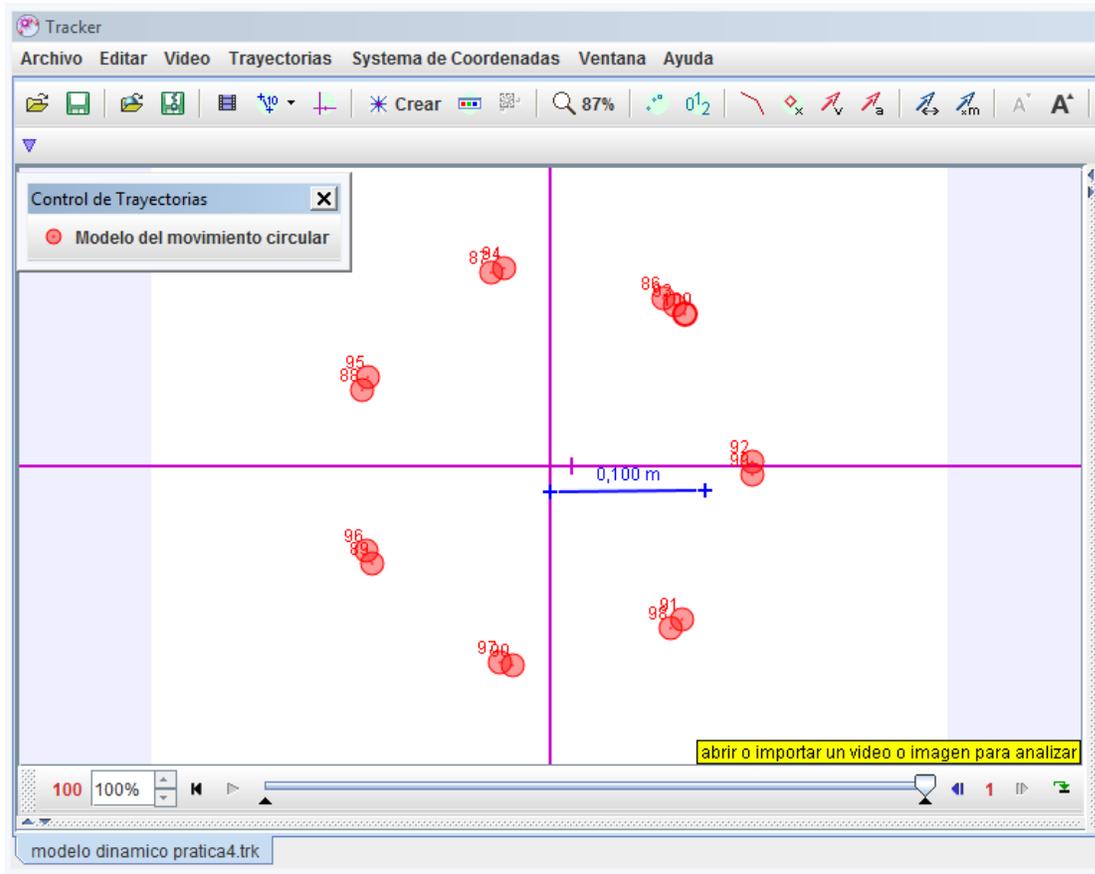


Figura A. 53 Simulación del movimiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura A.54 se observa el diagrama de posición de x vs. y , así como también su respectiva tabla de datos.

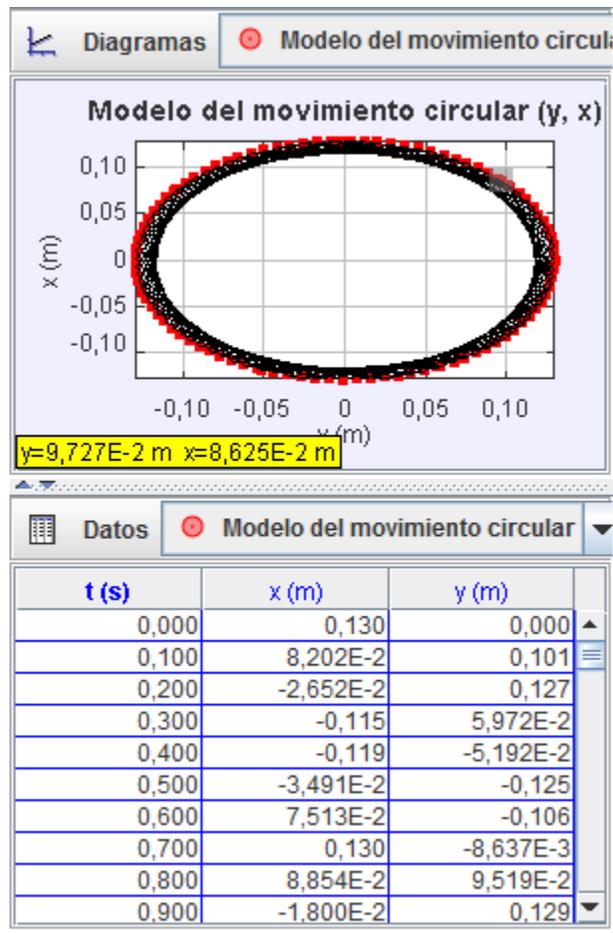


Figura A. 54 Diagrama x vs. y , tabla de datos

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la gráfica de posición x vs. y tanto del fenómeno físico como del simulado que existe una aproximación, con lo cual se puede validar el modelo dinámico.

Realizando la comparación del modelo físico simulado y el proceso inverso, se puede observar que en las gráficas de posición x vs. t existe una gran aproximación, con lo cual se puede validar el modelo dinámico de cinemática rotacional, haciendo uso del software Tracker, la cual es una herramienta que contribuye a modelar fenómenos físicos.

A.6 Guía de desarrollo del uso de Tracker de la práctica “Conservación de la Energía”

Para comenzar a trabajar la simulación se procede a cargar el video del fenómeno en estudio. Se recomienda ajustar el video en los tiempos que precisa el movimiento, eliminando momentos irrelevantes.

La figura A.55 muestra el software Tracker con el video previamente ya cargado para la simulación.

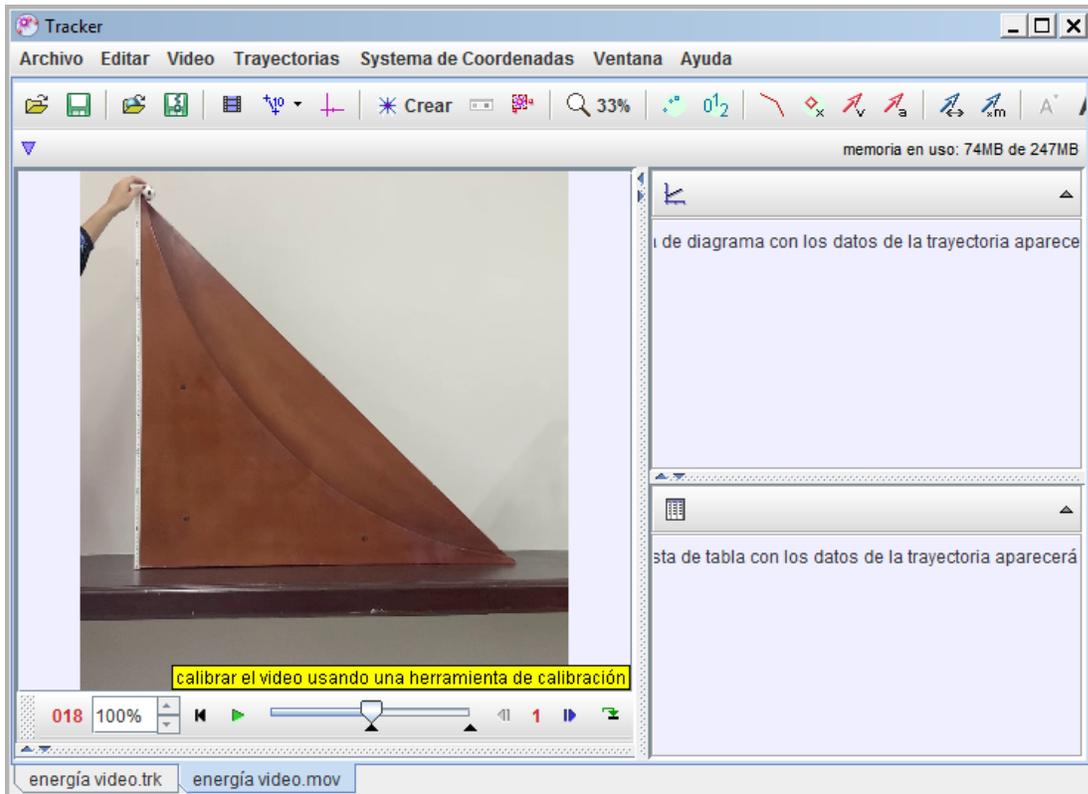


Figura A. 55Página de inicio del software Tracker con video

Fuente: Elaboración propia

En el caso del video que se está simulando, se ha seleccionado un cuadro inicial de 18 y cuadro final de 36, con esto se consigue tomar datos de muestra de alrededor de 18 puntos.

Para poder marcar la referencia en el software Tracker, se necesita la ayuda de la vara de calibración, en la cual se le indica cuales son los valores referenciales a utilizar para la correcta simulación.

En la figura A.56 se muestra la vara de calibración, la cual se ha seleccionado 10 centímetros para que sea la referencia del sistema a simular.

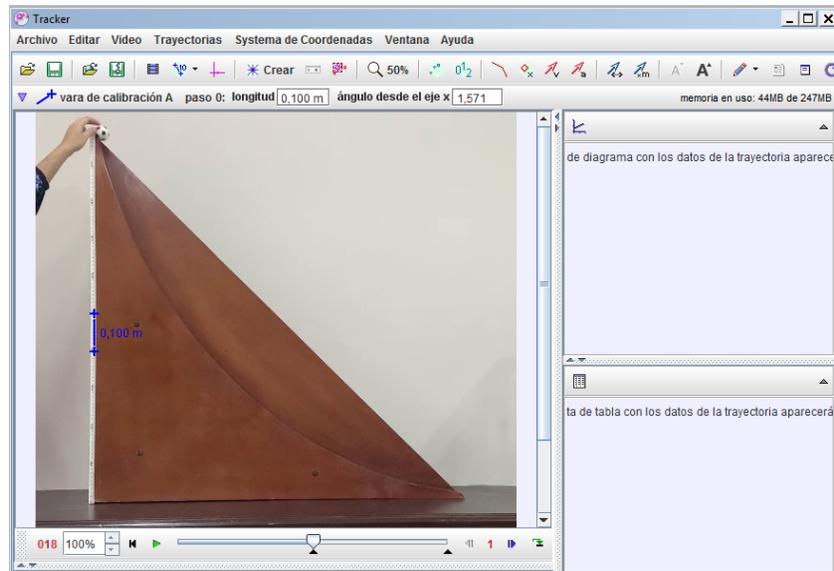


Figura A. 56Vara de calibración

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es colocar un sistema de coordenadas para determinar el origen o el punto de referencia del sistema a simular.

La figura A.57 muestra el video a simular con el sistema de coordenadas previamente colocado.

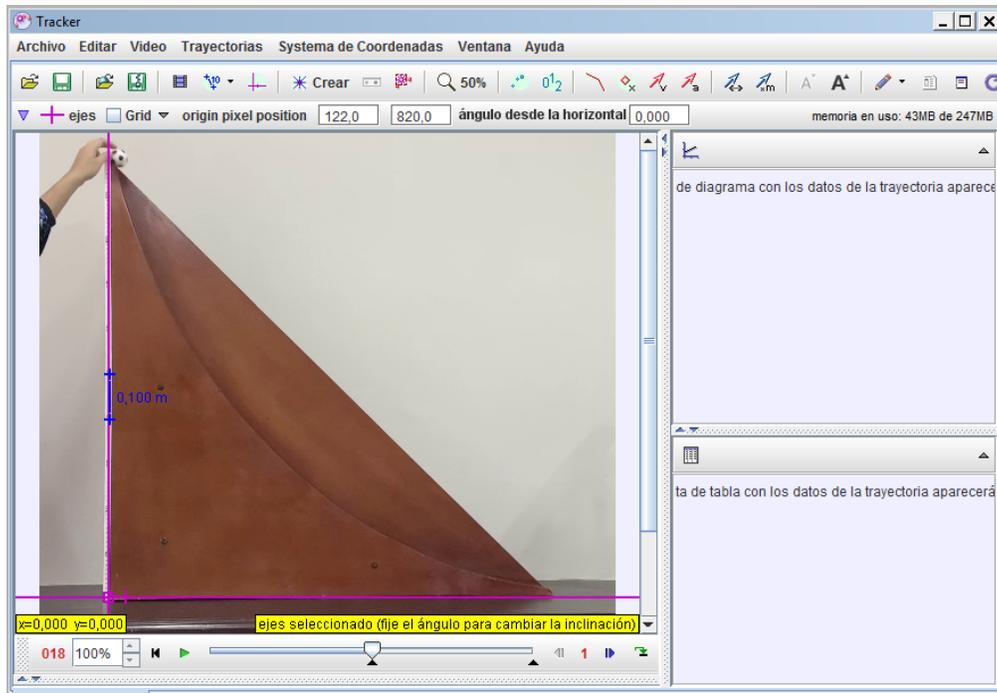


Figura A. 57 Sistema de coordenadas

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso consiste en colocar la masa puntual, con el objetivo de que el software pueda saber la trayectoria que realiza y consecuentemente poder medir los valores requeridos.

Para crear la masa se lo hace por medio del ícono “Crear” el cual se encuentra en la barra de herramientas del software.

En la figura A.58 se muestra como crear la masa u objeto.



Figura A. 58 Como crear masa puntual

Fuente: Elaboración propia

Para poder colocar la masa encima de la esfera se tiene que presionar las teclas SHIFT + CTRL y se coloca la masa encima del objeto, automáticamente aparece una ventana donde se podrá visualizar el área a elegir de la masa.

Se cambia los parámetros de la masa, la cual se le coloca como nombre "Trayectoria" y también se procede a cambiar el valor por 0,016 Kg.

Se presiona el botón "Search Next" consecutivamente hasta tener valores de muestra requeridos, y se podrá visualizar el rastreo del objeto hasta el final del movimiento. En la figura A.59 se muestra el recorrido de la masa con su respectivo muestreo.

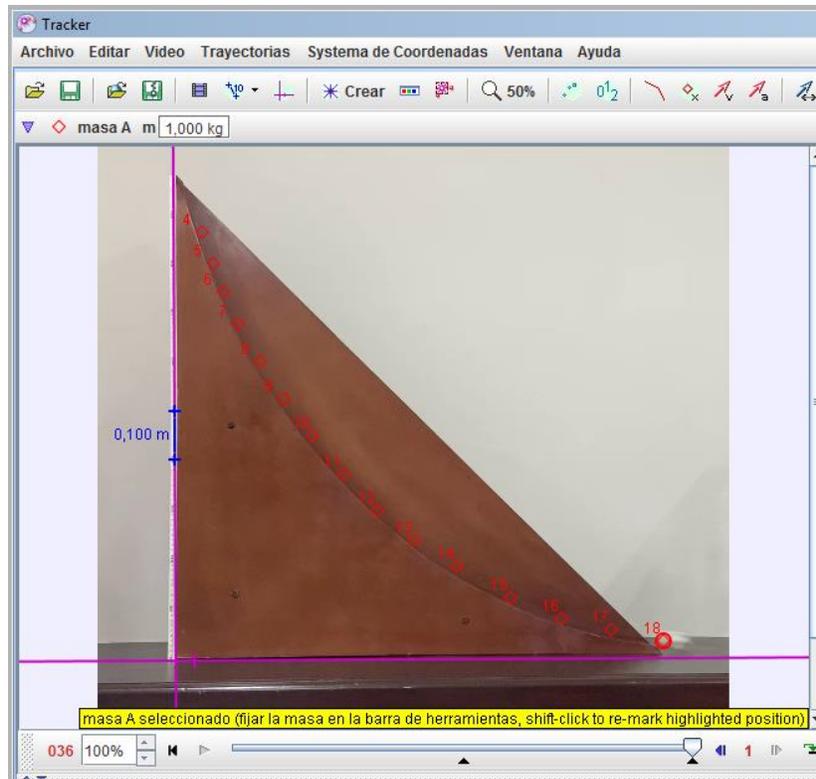


Figura A. 59 Recorrido de la masa

Fuente: Elaboración propia

Se considera importante mencionar que en esta práctica es recomendable realizar el tracker o seguimiento de la masa de manera manual, ya que si se realiza el autotracker va a requerir de un mayor tiempo de cálculo ya que las gráficas a obtener, requieren de un mayor tiempo de simulación.

Se procede a realizar el análisis de las tablas de resultados con sus respectivas gráficas, las cuales se encuentran especificadas dentro de la práctica 5.

A.7 Guía de configuración inicial del software LabVIEW

En este anexo se explica los pasos necesarios para la ejecución de un programa utilizando el driver NI MyRio conjuntamente con LabVIEW. Es necesario tener instalado el software LabVIEW en el computador a utilizarse.

El diagrama de conexiones se puede visualizar en la Figura A.60.



Figura A. 60Diagrama de conexiones del driver NI MyRio

Fuente: Elaboración propia

Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1.- Conectar el driver NI MyRio a la corriente eléctrica, el led POWER se encenderá y tomará el color azul.
- 2.- Conectar el cable USB al computador y el otro extremo al driver NI MyRio.
- 3.- Aparecerá la siguiente pantalla en el computador, mostrada en la Figura A.61.

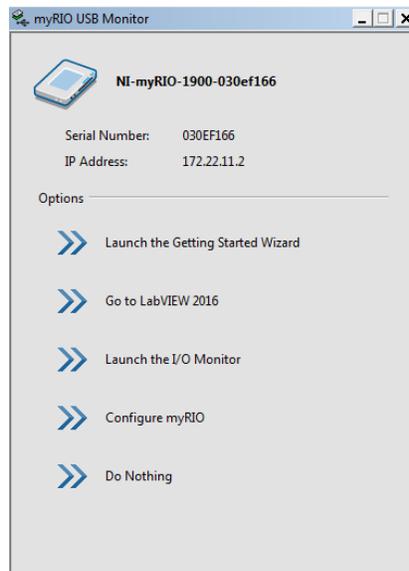


Figura A. 61 Visualización de driver NI MyRio

Fuente: Elaboración propia

4.- Dar click en “Launch the Getting Started Wizard” y aparecerá la siguiente pantalla.

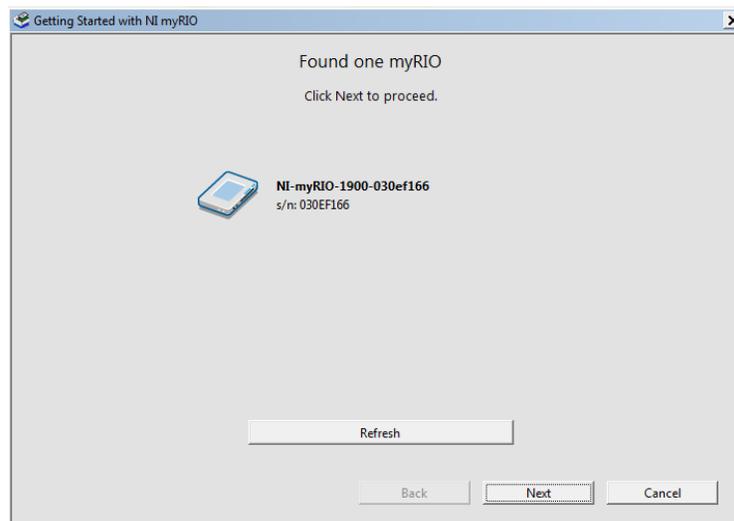


Figura A. 62 Mensaje de conectividad de driver NI MyRio

Fuente: Elaboración propia

En la pantalla mostrada se puede observar la NI MyRio conectada.

5.- Dar click en “Next” y aparecerá la siguiente pantalla.

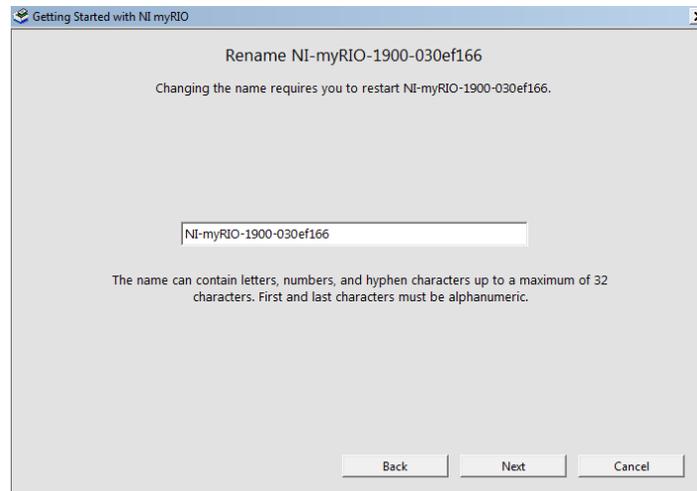


Figura A. 63 Nombre de driver NI MyRio

Fuente: Elaboración propia

6.- Dar click en “next” y aparecerá la siguiente pantalla.

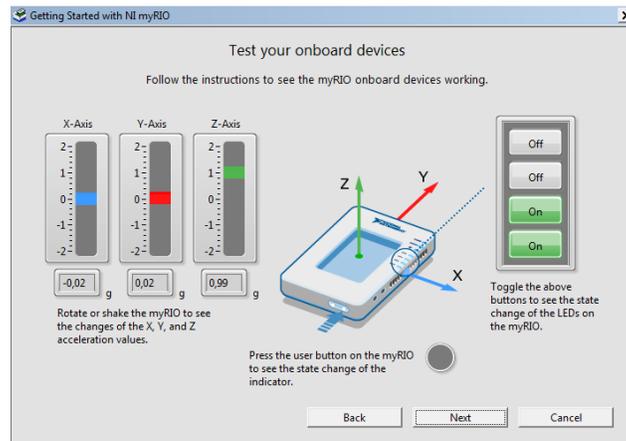


Figura A. 64 Prueba de dispositivos integrado en driver NI MyRio

Fuente: Elaboración propia

Esta pantalla sirve para controlar los 4 leds que se encuentran nombrados como LED0, LED1, LED2, LED3 en el driver.

7.- Dar click en “Next” y aparecerá la siguiente pantalla donde finalmente nos indica que el driver se encuentra listo para utilizarse.

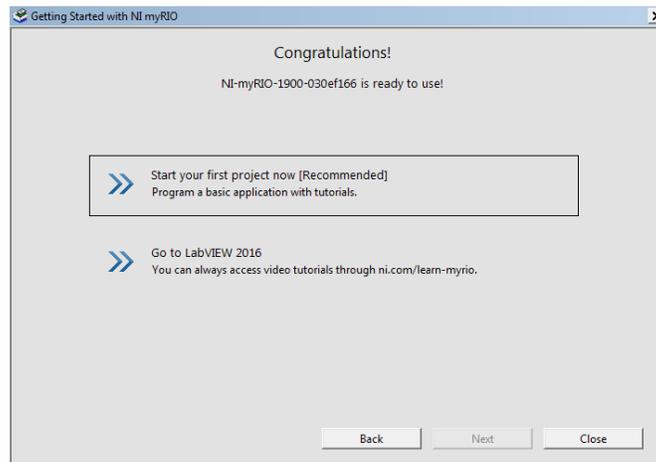


Figura A. 65Driver NI MyRio con conexión

Fuente: Elaboración propia

8.- A partir de esta pantalla se creará el primer proyecto o archivo. Dar click en “Start your first project now” y aparece la pantalla abajo mostrada.

Hasta este momento se ha logrado verificar la conexión del driver NI MyRio con el computador.

9.- Dar click en la primera opción que es “Launch with Getting Started Wizard” para poder crear el primer proyecto.

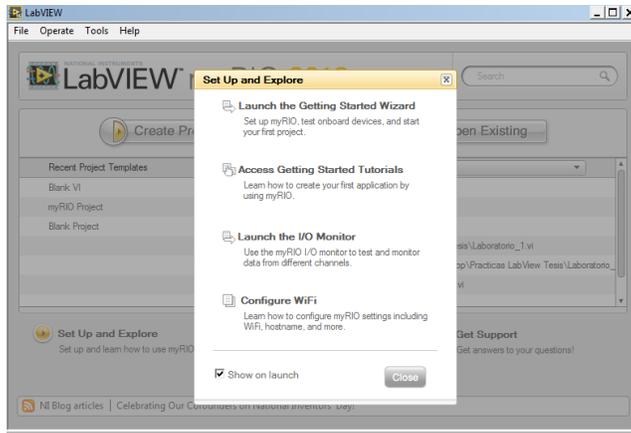


Figura A. 66 Configuración de LabVIEW

Fuente: Elaboración propia

10.- Dar click en Create Project.

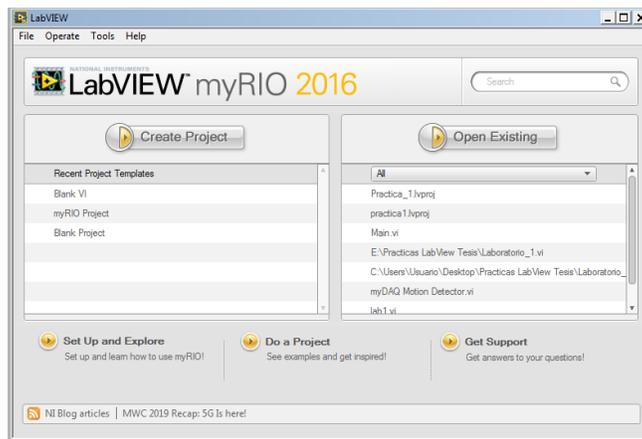


Figura A. 67 Creación de nuevo proyecto en LabVIEW

Fuente: Elaboración propia

11.- Colocamos nombre al proyecto, en este caso lo llamaremos Proyecto#1, también se selecciona el destino donde van a estar colocados los archivos de las prácticas, dar click en Finish.

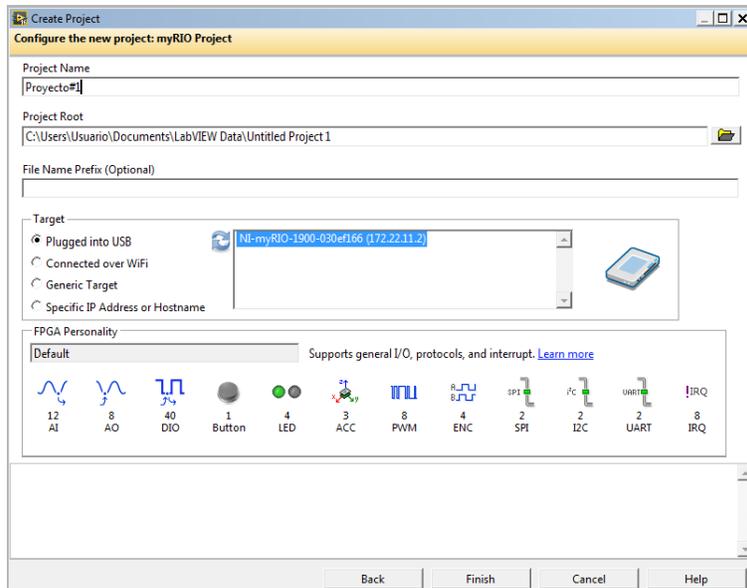


Figura A. 68 Creación de nombre al proyecto en LabVIEW

Fuente: Elaboración propia

12.- Aparece la siguiente pantalla, hacemos click derecho encima del ícono NI MyRio para poder escoger un nuevo VI que será donde se realice el nuevo programa.

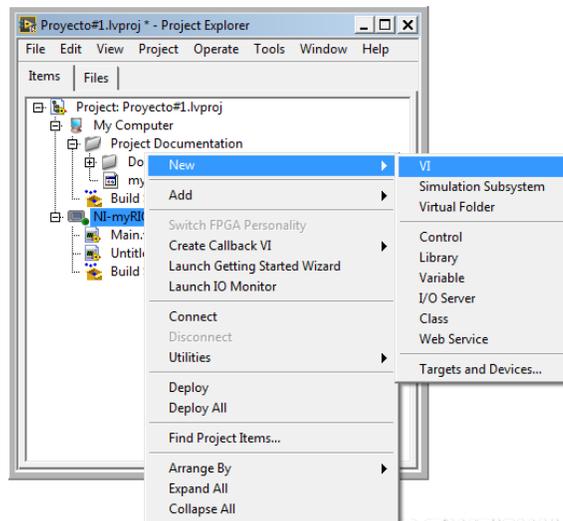


Figura A. 69 Creación de nuevo VI en LabVIEW

Fuente: Elaboración propia

Bibliografía

- Ablanque, X., Benito, R., Losada, J., & Gómez, L. (2010). *Laboratorio de Física con soporte interactivo en moodle*. Madrid: Pearson.
- Abou, M., & Ayoubi, Z. (2018). The Effect of using Virtual Laboratory on Grade 10 Students" Conceptual Understanding and their Attitudes towards Physics. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 54-68.
- Alexiou, A., Bouras, C., & Giannaka, E. (2005). Virtual Laboratories in Education. *Technology Enhanced Learning* (págs. 22-27). Toulouse: Springer.
- Amaya, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. *El Hombre y la Máquina*, 82-95.
- Arguedas, C., Ureña, F., & Conejo, M. (2016). *Laboratorios remotos: Herramientas para fomentar el aprendizaje experimental de la Física en educación a distancia*. San José: Latin-American Journal of Physics Education.
- Arguedas-Matarrita, C., Concari, S., & Marchisio, S. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la enseñanza de la Física en Latinoamérica. *I Simpósio Ibero-Americano de Tecnologías Educativas*. Araranguá.
- Ausay, C. C. (2016). *Desarrollo de un laboratorio virtual interactivo para la enseñanza de Física para el primer año bachillerato general unificado*. Ambato.
- Ballesteros, C., & Vidal, D. (2014). *Desarrollo de un prototipo de laboratorio virtual para el estudio del descenso de objetos en condiciones ideales, con atmósferas uniformes y no uniformes*. Bogotá.
- Beer, F., Johnston, R., Mazurek, D., & Eisenberg, E. (2010). *Mecánica Vectorial Para Ingenieros Estática*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Bravo, D. (21 de Noviembre de 2016). Los estudiantes aún desertan de las carreras universitarias. *El Comercio*.
- Chávez Flores, E. L., & Freire Torres, M. J. (2017). *Metodologías de aprendizaje en las prácticas experimentales de Física: un estudio bibliográfico*. Milagro.
- Conde, C. (26 de Julio de 2014). Las ingenierías no tienen por qué ser estudios para cerebritos. *Cinco Días*.
- Copa, E. V., & Copa, N. S. (2017). *Elaboración y aplicación de metodología para trabajar en el laboratorio virtual de física con enfoque constructivista para los estudiantes del tercer semestre de la escuela de ciencias exactas, en la universidad nacional de Chimborazo*. Riobamba.

- Cuautitlán, F. d. (2010). *Metrología Dimensional*. Mexico.
- Dávila, O., & Gutiérrez, C. (2019). Google Sites como herramienta didáctica online en el aprendizaje significativo del área de ciencia, tecnología y ambiente en estudiantes de cuarto grado de educación secundaria. *Hamut'ay*, 33-53.
- Escuela Superior Politécnica del Litoral*. (2020). Obtenido de <http://www.espol.edu.ec/>
- F., L. (28 de Febrero de 2016). *Plataformas gratuitas para crear una Web*. Obtenido de <https://mott.marketing/plataformas-para-crear-paginas-web-y-blogs-gratuitos/>
- Ferreya, A., & González, E. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la Física universitaria. *Enseñanza de las ciencias*, 189-199.
- Fuentes, L. (28 de Febrero de 2016). *Plataformas gratuitas para crear una Web*. Obtenido de <https://mott.marketing/plataformas-para-crear-paginas-web-y-blogs-gratuitos/>
- Gavilánez, I. (2017). *Análisis comparativo entre el laboratorio virtual y experimental utilizado en la asignatura de física, en el bloque curricular movimiento de los cuerpos en dos dimensiones y su influencia en el rendimiento académico*. Riobamba.
- Giancoli, D. C. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. Pearson.
- Gil, S. (2014). *Experimentos de Física*. México: Alfaomega.
- Heermann, D., & Fuhrmann, T. (2000). Teaching physics in the virtual university: the mechanics toolkit. *Computer Physics Communications* (págs. 11-15). Mannheim: Elsevier.
- Instruments, N. (Junio de 2016). *LABView Getting Started with LABView*. Obtenido de <http://www.ni.com/pdf/manuals/373427j.pdf>
- Jewett, S. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (7ma ed., Vol. 1). Cengage Learning.
- Jiménez, I., Martínez, O., & Aroca, R. (2014). E-LAB Colombia: Red de Laboratorios Virtuales y Teleoperados de Colombia en la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (RENATA). *Cuarta conferencia de directores de Tecnología de Información, TICAL2014*. Cancún.
- King, D., Winner, E., & Ginns, I. (2011). *Outcomes and Implications of one teacher's approach to context-based science in the middle years*. Queensland.
- Kumar, V., El-Mounayri, H., Wasfy, T., Wasfy, H., & Peters, J. (2013). Assessment of Virtual Physics Lab (VPL) in summer course for pre-college preparation. *120th ASEE Annual Conference & Exposition*. Atlanta.

- Liu, D., Valdiviezo-Díaz, P., Riofrio, G., Sun, Y.-M., & Barba, R. (2015). Integration of Virtual Labs into Science E-learning. *2015 International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education* (págs. 95-102). Procedia Computer Science.
- López, M. (2008). *Creando páginas y sitios web colaborativos*. Granada.
- Marghitu, D., Dupac, M., & Madsen, N. (2013). *Statics with MATLAB*. London: Springer.
- Martínez, G., Garza, R., & González, A. (2002). Uso del método científico experimental en los laboratorios de física de la FIME. *Ingenierías*, 32-39.
- Massyrova, R., Sandibayeva, N., Kaptagai, G., Kopenbayeva, A., & Aidarbekova, A. (2014). Formation of the Creative Activity of Students on the Basis of Educational Experiment in Physics. *Global Conference on Contemporary Issues in education* (págs. 440-444). Las Vegas: Science Direct.
- Maurel, M. (2014). *Laboratorio Virtual, una alternativa para mejorar la enseñanza de física y química en los primeros años de la carrera de ingeniería en sistema de información de la FRRE-UTN*. La Plata.
- Maurel, M., Marín, M., & Barrios, T. (2016). Física: un espacio virtual de experimentación. *IX Conferencia Internacional Guide*. Buenos Aires: Suplementos SIGNOS EAD.
- Parra, R., Zambrano, D., Varela, E., & García, I. (2017). Laboratorios virtuales vs. Laboratorios reales, caso de estudio: Materia Redes Eléctricas. *Memorias de la Décima Sexta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2017)*, (págs. 436-439). Guayaquil.
- Rivera, L., Román, M., Moncayo, J., & Ordonez, D. (2009). Laboratorio Virtual de Física. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 8-12.
- Rojas Machado, N., Pérez Clemente, F., Torres Milord, I., & Peláez Gómez, E. (2014). Las aulas virtuales: una opción para el desarrollo de la Educación Médica. *Edumecentro*.
- Torres, F., Neira, L., & Egremy, C. (2015). Virtual Interactive Laboratory Applied to High Schools Programs. *2015 International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education* (págs. 233-238). Elsevier.
- Universidad de Especialidades Espíritu Santo. (2020). Obtenido de <https://www.uees.edu.ec/>
- Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. (2020). Obtenido de <https://www.ups.edu.ec/>
- Vicario, J., Chiecher, A., Méndez, A., Paoloni, P., Muñoz, D., Fernández, A., . . . Allevi, C. (2015). El aporte de las TIC al aprendizaje colaborativo de la Física y a la generación de vínculos entre los aspirantes al ingreso a la Universidad. *Revista de enseñanza de la Física*, 405-410.
- Zemansky, S. (2013). *Física Universitaria* (12ava ed., Vol. 1). Pearson Educación.

Zumba Gamboa, J. P., & León Arreaga, C. A. (2018). Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. *INNOVA*, 20-33.