



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y COMUNICACIÓN CON COMPUTADOR PARA EL ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA

Jaime Alejandro Peláez Merino

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela de Física
Medellín, Colombia
2014

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y COMUNICACIÓN CON COMPUTADOR PARA EL ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA

Jaime Alejandro Peláez Merino

Práctica docente presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas

Director:

MSc. Sigifredo Solano González.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela de Física
Medellín, Colombia

2014

A todos aquellos que han creído en la capacidad del ser humano para crear y construir, en especial a aquellos que han creado en mí la capacidad de aprender: mi familia y amigos.

Agradecimientos

Agradezco a mis tejedoras por haberme dado la vida y acompañado en ella hasta el día de hoy.

Agradezco al profesor Gonzalo Vargas de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, quien con su formación y experiencia ha orientado gran parte de mi vida académica y profesional; al profesor Sigifredo Solano González por haber aceptado asesorar el presente trabajo y por sus aportes para el desarrollo del mismo.

Agradezco al taller de física de la universidad por haber patrocinado los elementos necesarios para la construcción de los equipos.

Agradezco a mis compañeros y amigos que me acompañaron y motivaron en el desarrollo durante las diferentes etapas del proceso en este menester; a Juan Luis Palacio Bedoya y Marlon Rincón Fulla por su asesoría en el diseño electrónico; a Milton Alvarado Ponce y Juan Pablo Mejía Restrepo por su ayuda en la construcción de los equipos; a Fabián Delgado por su aporte y apoyo en la implementación de la interfaz.

Agradezco a los profesores de la Maestría, quienes con su formación permitieron la inspiración para la elaboración del presente trabajo.

Agradezco al Colegio Vermont School Medellín por permitirme realizar la prueba del equipo en sus instalaciones.

Finalmente, agradezco a todos los que de una u otra forma hicieron aportes al presente trabajo y que por omisión no menciono.

Para todos y todas mil y mil gracias.

Resumen

Se desarrolla un dispositivo que permite al estudiante liberarse de la necesidad de medir manualmente el tiempo y así implementar experimentos mediante montajes sencillos que permiten entender mejor el fenómeno, en comparación con el método tradicional. El equipo es usado en una práctica de caída libre con estudiantes de secundaria en un colegio privado de Medellín. Se mide la eficiencia del instrumento mediante el método de pre y post test; logrando que los estudiantes reciban con agrado el instrumento didáctico desarrollado y a la vez, un mayor y más fácil proceso de enseñanza aprendizaje de la cinemática.

Palabras clave: Adquisición de datos, fotoc compuerta, tiempo, cinemática, TIC

Abstract

A device that allows the student to be free of the need of manually measuring time is developed, and thus implementing experiments through simple assemblies that permit a better understanding of the phenomenon, comparing with the traditional method. The equipment is used in a free-fall experiment with high school students at a private school in Medellín. Equipment's efficiency is measured by the pre and post test, achieving a good reception by the students of the didactic instrument developed, as well as a better and easier learning teaching process of kinematics.

Keywords: Data Acquisition, photo gate, time, kinematics, ICT

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de ilustraciones	XIII
Introducción	1
1. Marco referencial	3
1.1 Fundamentos teóricos	3
1.1.1 Del problema de enseñanza y aprendizaje.....	3
1.1.2 Del constructivismo y el aprendizaje significativo.....	5
1.1.3 Del uso de las TIC en el aula	6
1.2 Antecedentes del tema	7
2. Desarrollo del dispositivo	10
2.1 Diseño electrónico	10
2.1.1 Señal.....	10
2.1.2 Fotocompuerta.....	11
2.1.3 Microcontrolador	13
2.2 Programación del PIC.....	14
2.3 Diseño mecánico	16
3. Hipótesis	19
3.1 Identificación de las variables y de los indicadores.	19
3.1.1 Las variables.....	19
3.1.2 Los indicadores.....	19
4. Metodología de la investigación	20
4.1 Diseño metodológico	20
4.2 El camino metodológico.....	21
5. Pruebas y resultados	24
5.1 Surgimiento de los datos	25
5.2 Las fuentes y los procedimientos.....	27
5.2.1 Análisis de resultados pre-test_post-test.....	28
5.2.2 Valoración de las pruebas.....	28
5.2.3 Comparación de los resultados	28
5.2.4 Documentos.....	29
5.2.5 Secuencia de actividades.....	29
5.3 Análisis de resultados.....	29

6. Conclusiones y recomendaciones	33
6.1 Conclusiones.....	33
6.1.1 Aproximación a la hipótesis.	34
6.2 Recomendaciones.....	34
A. Anexo: Programa principal del microcontrolador	35
B. Anexo: Librería IAD.h (Configuración de fusibles).....	37
C. Anexo: Librería usb_cdc.h	38
D. Pre y Post test.....	49
E. Resultado de los pre y post test	56
F. Guía de laboratorio	59
G. Paso a paso de la interfaz gráfica.....	61
Bibliografía	65

Lista de ilustraciones

	Pág.
Ilustración 2-1 Esquema de funcionamiento de la foto compuerta.....	10
Ilustración 2-2 Foto interruptor.....	11
Ilustración 2-3 Esquema de conexión del foto interruptor	12
Ilustración 2-4 Polarización inversa del foto interruptor.....	12
Ilustración 2-5 Diagrama esquemático del circuito.....	13
Ilustración 2-6 Diagrama de flujo para el programa del PIC.....	15
Ilustración 2-7 Plaqueta del circuito	16
Ilustración 2-8 Fotocompuerta conectada a PC	17
Ilustración 5-1 Dispositivo final y regleta de apoyo	24
Ilustración 5-2 Interfaz gráfica de usuario	25
Ilustración 5-3 Distribución de estudiantes en el aula de clase	27
Ilustración 5-4 Resultados Pre-test, grupo de prueba	30
Ilustración 5-5 Resultados pre-test, grupo control.....	30
Ilustración 5-6 Resultados post-test, grupo de prueba.....	31
Ilustración 5-7 Resultados post-test, grupo control	32

Introducción

Un estudiante comienza el estudio de la física con un sistema bien establecido de creencias de sentido común acerca de cómo funciona el mundo físico, basándose en su experiencia personal. En la última década, la investigación en la enseñanza de la física ha establecido que estas creencias juegan un papel dominante en la introducción a la física.

En concreto, se ha establecido que las creencias de sentido común sobre el movimiento y la fuerza son incompatibles con los conceptos newtonianos en muchos aspectos, la introducción convencional a la física produce pocos cambios en estas creencias, y este resultado es independiente del instructor y el modo de instrucción. Las consecuencias no podrían ser más graves. Dado que los estudiantes, evidentemente no han aprendido los conceptos newtonianos más básicos, que deberían tener, no comprenden la mayoría del material en el curso. Se ven obligados a hacer frente a la materia por memorización de fragmentos aislados, y por llevar a cabo tareas sin sentido para ellos. No es de extrañar que muchos sientan rechazo. Los pocos que tienen éxito es debido a sus propios medios, el curso y el profesor suministran sólo la oportunidad y, tal vez, la inspiración.

Esta evaluación sombría no pretende ser un auto de procesamiento al por mayor de muchos profesores de física dedicados y competentes. Se nos dice, sin embargo, que la instrucción efectiva requiere más que dedicación y conocimiento del tema. Se requieren conocimientos técnicos acerca de cómo los estudiantes piensan y aprenden. Se pretende apropiarse algo de conocimiento técnico y un instrumento que ayude a los profesores a evaluar las creencias de sentido común de sus estudiantes. [1]

Con el presente trabajo se busca diseñar e implementar un sistema de adquisición de datos para medir tiempos que permita al estudiante, por medio aprendizaje significativo, comprender la cinemática mediante su uso adecuado en uno o varios experimentos

En el aula se encuentran ciertas dificultades al medir distancias y tiempos, entre otros factores, por la poca familiaridad con los instrumentos de medida, en particular el cronómetro; y la dificultad para determinar el momento exacto de inicio y finalización de los eventos, a la vez que el tiempo de reacción en el estudiante entre observar un evento determinado y activar el cronómetro para que inicie su conteo.

Un sistema de adquisición de datos con comunicación por puerto USB con un computador automatiza la medición. La interfaz permite al estudiante observar el registro de los tiempos de interés durante el experimento, para manipularlos. La precisión del sistema es del orden de los milisegundos.

El diseño del sistema mejora la obtención de los resultados experimentales respecto de los métodos tradicionales y no pretende sustituir el ejercicio de análisis por parte de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1. Marco referencial

1.1 Fundamentos teóricos

1.1.1 Del problema de enseñanza y aprendizaje

Las concepciones de enseñanza y aprendizaje escolar más comúnmente extendidas entre el profesorado se presentan a continuación con una breve descripción:

- El aprendizaje escolar consiste en *conocer las respuestas correctas* a las preguntas formuladas por el profesorado. La enseñanza le facilita a los estudiantes el refuerzo necesario para que logren dar esas respuestas.
- El aprendizaje escolar consiste en *adquirir los conocimientos relevantes* de una cultura. En este caso, la enseñanza le procura al estudiante la información que necesite.
- El aprendizaje escolar consiste en *construir conocimientos*. Los estudiantes son quienes elaboran, mediante la actividad personal, los conocimientos culturales. Por todo ello, la enseñanza consiste en prestarle al estudiante la ayuda que necesita para que vaya construyéndolos.

Si bien la primera postura presenta características muy diferentes a las dos restantes y mantiene con éstas escasos puntos de contacto, la segunda y la tercera concepción pueden relacionarse entre sí, ya que ambas se ocupan de cómo el estudiante adquiere conocimientos, pero discrepan, sin embargo, en la explicación de este proceso, es decir, mientras en la segunda postura la enseñanza provee al estudiante la información necesaria para su formación, en la tercera es el estudiante quien la construye basado en su experiencia personal. [2]

Respecto a la concepción de *conocer las respuestas correctas*, el profesorado entiende que su tarea consiste en suscitar e ir aumentando el número correcto de respuestas del

repertorio individual del estudiante y, también, en evaluar qué y cuánto éste responda más correctamente que ayer. En este proceso, difícilmente se discute la relevancia del contenido escolar o la de las preguntas del profesor y, asimismo, la respuesta buena es la que produce fielmente el texto objeto de estudio. En general, en este caso, el profesor no suele identificar su función con la de educar, sino con la de un experto que conoce a fondo la materia objeto de estudio y que ejerce, por la autoridad que le confiere este hecho, un buen control de la conducta del alumnado en clase. [3]

Cuando la concepción es *adquirir los conocimientos relevantes*, la actividad principal del profesor es la de comportarse como un erudito y capacitado informador que facilita a los estudiantes situaciones múltiples y diversas de obtención de conocimientos (explicaciones del profesor, lecturas, videos, asistencia a conferencias, museos, etc.). El currículum selecciona y organiza los saberes culturales relevantes, es decir, los temas sobre los que los estudiantes recibirán información en el centro escolar. Puede llegarse en este caso a entender que aprender consiste en *reproducir sin cambios la información* que le llega al estudiante por diferentes medios, es decir, concebir el conocimiento como una réplica interna de la información externa. En este punto es necesario discutir dos interrogantes: ¿Qué se requiere para que el estudiante aprenda (o copie)? Y ¿cómo lograr que la información se fije mejor en la memoria? [4]

En el caso en que la concepción es *construcción de conocimientos*, se puede diferenciar de la copia en el sentido en que la idea de aprender se convierte en un proceso equivalente a elaborar una “representación personal” del contenido objeto de aprendizaje. Esta representación no se realiza desde una mente en blanco, sino desde un alumnado con conocimientos que le sirven para “enganchar” el nuevo contenido y le permiten atribuirle significado en algún grado. El enganche o vinculación no es automático, sino el resultado de un proceso activo del estudiante que le permitirá, si cabe, reorganizar el propio conocimiento y enriquecerlo. El estudiante necesita poseer toda una serie de destrezas metacognitivas que le permitan asegurar el control personal sobre sus conocimientos y los propios procesos durante el aprendizaje. El profesor se vuelve un participante activo en el proceso de construcción de conocimiento que tiene como centro no la materia, sino al estudiante que actúan sobre el contenido que han de aprender. [5]

1.1.2 Del constructivismo y el aprendizaje significativo.

El concepto de aprendizaje significativo fue propuesto originalmente por David Ausubel (1963 a 1968). David P. Ausubel psicólogo estadounidense fue influenciado por los aspectos cognitivos de la teoría de Piaget, y planteó su Teoría del Aprendizaje Significativo por Recepción, en la que afirma que el aprendizaje ocurre cuando el material se presenta en su forma final y se relaciona con los conocimientos anteriores de los alumnos.

El aprendizaje significativo, se refiere a que el proceso de construcción de significados es el elemento central del proceso de enseñanza-aprendizaje. El alumno aprende un contenido cualquiera cuando es capaz de atribuirle un significado. Por eso lo que procede es intentar que los aprendizajes que lleven a cabo sean, en cada momento de la escolaridad, lo más significativo posible, para lo cual la enseñanza debe actuar de forma que los alumnos profundicen y amplíen los significados que construyen mediante su participación en las actividades de aprendizaje. En este sentido, las nuevas tecnologías que han ido desarrollándose en los últimos tiempos y siendo aplicadas a la educación juegan un papel vital. [6]

La formalización de la teoría del Constructivismo, que articuló los mecanismos por los cuales el conocimiento es interiorizado por el que aprende, se atribuye generalmente a Jean Piaget, aunque otros pedagogos como **Lev Vygotsky** destacan en este enfoque del aprendizaje. Piaget, psicólogo suizo de principios del siglo XX, sugirió que a través de procesos de acomodación y asimilación, los individuos construyen nuevos conocimientos a partir de las experiencias. La asimilación ocurre cuando las experiencias de los individuos se alinean con su representación interna del mundo. Asimilan la nueva experiencia en un marco ya existente.

Desde la concepción constructivista se asume que en la escuela los alumnos aprenden y se desarrollan en la medida en que pueden construir significados adecuados en torno a los contenidos que configuran el currículum escolar. Esta construcción incluye la aportación activa y global del alumno, su disponibilidad y los conocimientos previos en el

marco de una situación interactiva, en la que el profesor actúa de guía y de mediador entre el niño y la cultura, y de esa mediación depende en gran parte el aprendizaje que se realiza. Este aprendizaje no limita su incidencia a las capacidades cognitivas sino que afecta a todas las capacidades y repercute en el desarrollo global del alumno. [7]

La orientación de las prácticas de laboratorio mediante unas guías apropiadas y el acompañamiento adecuado por parte del docente, garantizan que el estudiante logre “*construir*” el conocimiento respectivo al tema de la práctica de laboratorio y de esta manera se genera en él un “*aprendizaje significativo*”, en la medida en que logra conectar los contenidos de la nueva experiencia en el laboratorio, con su conocimiento previo debido a experiencias anteriores o información teórica recibida.

1.1.3 Del uso de las TIC en el aula

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el mundo actual es cotidiano y ha logrado modificar la actividad humana en torno de sí. Sus efectos más significativos se pueden evidenciar tanto en el mundo laboral como en el mundo académico, donde todo proceso puede ser monitoreado.

En el ámbito académico-escolar, se encuentra la particularidad de que no necesariamente el uso de las TIC es cotidiano debido a las diferentes condiciones propias de cada centro educativo; no obstante se presentan tres posibles reacciones para poder adaptarse a su presencia y a su uso:

- Reformar currículos y proporcionar a los estudiantes equipos de cómputo de tal manera de se pueda “*aprender **sobre** las TIC*” y así llegar al punto de tenerlas como fuentes de información y proveedoras de materiales didácticos para “*aprender **de** las TIC*”
- Incorporar al escenario anterior la idea de generar nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje constructivistas que usan a las TIC como instrumento cognitivo, “*aprender **con** las TIC*”. Se llega en este escenario a potencializar tanto el recurso como el aprendizaje.
- Abordar completamente la presencia de las TIC en el sistema educativo logrando que los estudiantes aprendan **sobre, de y con** las TIC, teniendo en cuenta los

cambios que su presencia produce en el entorno y de esta manera la formación que reciben los estudiantes para el entorno cambiante al que se verán enfrentados.

El impacto directo que tienen las TIC en el aula se pueden señalar en diferentes niveles que abarcan todo el proceso de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas; permiten que se conozca abiertamente el quehacer formativo dentro de las instituciones, se convierten en un canal alternativo de comunicación entre los profesores y estudiantes así como entre estudiantes con sus pares favoreciendo la colaboración entre ellos en su quehacer académico, son proveedoras de instrumentos de procesamiento de información, así como fuentes de información convirtiéndose en un recurso interactivo para el aprendizaje.

Crean además la necesidad de formación continua en el profesorado para mejorar su labor docente y convertirlas en un instrumento cognitivo apropiado, además de brindarles nuevos “*entornos de aprendizaje*”

1.2 Antecedentes del tema

Una de las primeras referencias encontradas es el laboratorio que usa el Fotosensor Pasco ME-9215A con una resolución de 0.001 s conectado a la placa detectora Pasco ME-6810. El montaje es tal que se libera una esfera metálica cuyo punto de partida corresponde con la ubicación del fotosensor. Al momento de pasar por el fotosensor, enciende el temporizador que mide el tiempo de caída hasta que la esfera toca la placa detectora. Conociendo la diferencia de altura entre el fotosensor y la placa detectora, se puede establecer una relación matemática para hallar el valor numérico de la aceleración de la gravedad que, en principio es una constante, independiente de la masa del cuerpo en estudio. [8]

Sensores de tiempo digitales son mencionados en algunas prácticas en la universidad de Cali, pero no tienen una descripción de su funcionamiento o de la configuración usada como tal. [9]

También se mencionan equipos tales como el “Registrador de caída libre” que funciona con un electroimán, generador de chispas y papel o cinta de registro. Este equipo no es

referenciado como comercial (Marca/modelo) además de ser propenso a desgaste mecánico debido a su modo de funcionamiento. [10]

Otro sistema revisado es uno que permite, de manera controlada obtener información de la caída del cuerpo desde su liberación, descrito como “Sistema neumático y fotoceldas”.

Por ser neumático el sistema de liberación, se aprovecha la señal para determinar el tiempo desde la partida hasta el paso por cada una de las fotocompuertas. Nuevamente, de la configuración y de los datos obtenidos en las fotocompuertas, se establece la relación entre posición y tiempo para determina el valor de la aceleración de la gravedad. [11]

Otro sistema referenciado es el “Cobra3” de Phywe, es un sistema modular que puede ser usado además, en prácticas de laboratorio de química y biología. El sistema está compuesto por una unidad central con conexión directa al computador y una serie de sensores conectados a ella. Aunque existen sensores para todo tipo de variables físicas, esta experiencia se centró sólo en aquellos de utilidad en medidas mecánicas [12]

El sistema de “Electroimán con fotocompuertas”, usado en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en México, no referencia si es un sistema comercial o no. [13]

Se referencia un sistema desarrollado en la universidad de Sonora (México) como “Multicronómetro con interfaz a PC para experimentos de mecánica”, basado en el microcontrolador 8751, usando comunicación con el PC vía RS232. Este multicronómetro posee una interfaz gráfica que permite la operación del multicronómetro, la selección de la cantidad de detectores y el despliegue de las lecturas. Cuenta con 7 modos diferentes de operación. [14]

Otro tipo de laboratorio encontrado es uno que usa applets como herramienta de formación y no solo como herramienta ilustrativa. Se reporta la validez de su uso con el uso de pretest y postest de la experiencia didáctica de Cinemática. Esta experiencia se lleva a cabo en la universidad nacional de la matanza, en argentina. [15]

Se encuentran reportadas en la literatura diversas aplicaciones tecnológicas para el estudio de la física en prácticas de laboratorio; las herramientas tecnológicas encontradas son de diferente origen, es decir, se implementan prácticas de laboratorio con equipos comerciales y no comerciales.

Para el caso particular del estudio de la cinemática, todos los trabajos coinciden en la necesidad de obtener medidas de tiempo apropiadas a los eventos, es decir, con precisión de milésimas de segundo, sin que intervenga el error debido a la manipulación de los cronómetros convencionales.

Los equipos que corresponden a desarrollos tecnológicos propios de las instituciones educativas no son ilustrados completamente debido a su posible reproducibilidad y el inconveniente que por derechos de autor podrían presentarse.

La mayoría de los equipos usan más de un detector, lo que puede inducir a errores experimentales en términos de la necesidad de alineación de estos cuando se estudian movimientos rectilíneos.

No se encuentran unidades didácticas basadas en tarjetas Arduino como parte de trabajos de laboratorio que implementen TIC's.

Al parecer, es indiferente si se usan equipos de laboratorio desarrollados por la misma institución o si se usa una plataforma comercial que use TIC's para elaborar prácticas de cinemática.

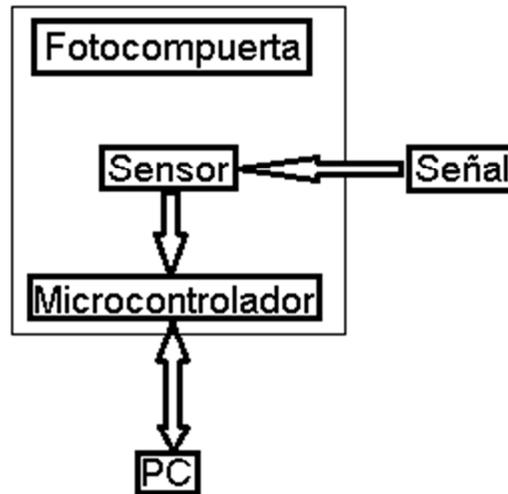
2. Desarrollo del dispositivo

Se parte de la necesidad de desarrollar un equipo que sea sensible al inicio y al final de un evento, así como la instrumentación asociada a éste para obtener la comunicación vía USB con el PC. El equipo es basado en el uso de un microcontrolador PIC de la familia 18F con comunicación vía USB a PC. Su funcionamiento se activa al conectar el dispositivo al PC y presionar alguna tecla. A partir de ese momento el dispositivo espera “señales” que le permitan medir tiempo; cada vez que al dispositivo se le hace llegar una señal, el microcontrolador cuenta el tiempo hasta que pasa la siguiente señal. Una vez llegada la segunda señal, el microcontrolador envía al PC el dato de tiempo obtenido y continúa el conteo de tiempo hasta la señal subsiguiente. El dispositivo se desactiva presionando alguna tecla.

2.1 Diseño electrónico

El diseño electrónico se desarrolla de acuerdo con el esquema presentado en la Ilustración 2-1.

Ilustración 2-1 Esquema de funcionamiento de la foto compuerta



2.1.1 Señal

De acuerdo con la necesidad planteada, se piensa en un dispositivo que funcione con el paso de una señal que indique el inicio del movimiento a través de un sensor.

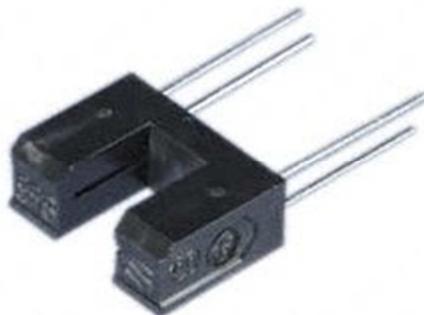
La fuente de señal para el dispositivo es una zona oscura (una sombra) que se hace pasar entre dos terminales sobre las cuales va acoplado el sensor. Cada vez que aparece una zona oscura, el dispositivo lo detecta, no así cuando pasa de oscuro a claro.

Este tipo de fuente de señal se obtiene de una “*fotocompuerta*”, es decir, un fotosensor configurado para emitir señales cada vez que sobre él aparezca una sombra.

2.1.2 Fotocompuerta

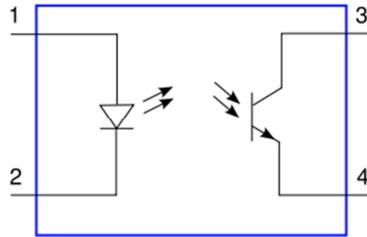
Una fotocompuerta es, básicamente, una pareja emisor-receptor de luz, donde el emisor es un diodo led y el receptor es un fototransistor; estos dispositivos son ampliamente usados en diferentes dispositivos electrónicos y vienen en presentaciones compactas, es decir, de un solo cuerpo. Se pensó inicialmente en usar un foto interruptor comercial, que tiene la ventaja de estar ya caracterizado lo que permitiría obtener una señal muy confiable, pero presenta la desventaja de tener un tamaño muy pequeño y, por ende, una distancia de separación muy corta entre las terminales de la pareja emisor-receptor. La ilustración 2-2 muestra la presentación usada en el primer prototipo.

Ilustración 2-2 Foto interruptor



Esquemáticamente, el fotointerruptor tiene incorporado el led entre los pines 1 y 2, y el fototransistor entre los pines 3 y 4, como se muestra en la ilustración 2-3.

Ilustración 2-3 Esquema de conexión del foto interruptor

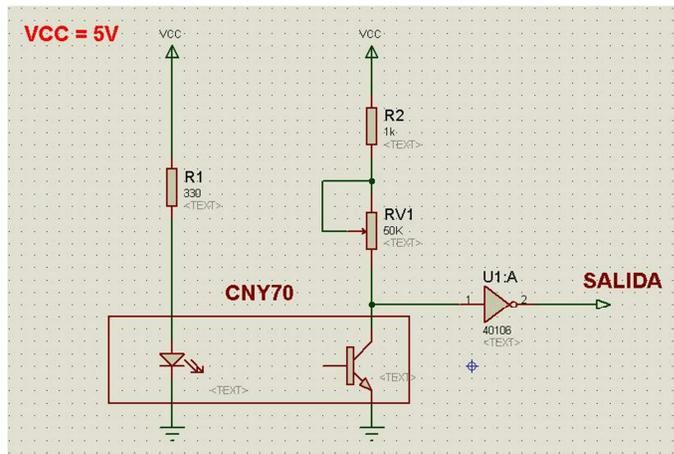


Debido a que el fotointerruptor comercial no es asociada al desarrollo del dispositivo, se implementa una configuración semejante con fototransistor.

El funcionamiento del foto interruptor es tal que mientras el diodo led está emitiendo luz, ésta es recibida por la base del fototransistor, habilitando que haya paso de corriente entre el colector y el emisor. Si se interfiere el paso de luz entre el led y el fototransistor, no habrá corriente colector-emisor.

Esta configuración es tal que la respuesta del sensor es nula cuando aparece una señal oscura, todo lo contrario a lo que se busca. Dada esta característica de funcionamiento, el foto interruptor debe polarizarse inversamente, de tal manera que cuando aparezca la señal oscura, se obtenga una respuesta de corriente colector-emisor. Esta configuración aparece en la ilustración 2-4

Ilustración 2-4 Polarización inversa del foto interruptor

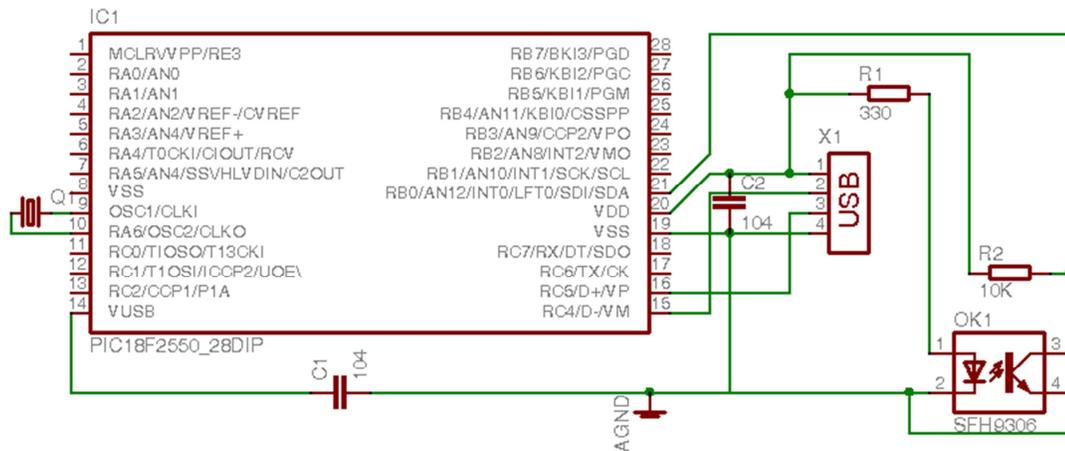


Los valores de los resistores R1 y R2 se seleccionan apropiadamente para lograr la polarización inversa del foto interruptor. Cuando se hace el cambio de sensor para lograr un mayor espacio entre el par emisor-receptor, se hace necesario cambiar los valores de dichos resistores. La fotocompuerta se implementa pues con un led infrarrojo y un fototransistor sensible al infrarrojo con $R1 = 330\Omega$ y $R2 = 10k\Omega$

No se usaron leds de monitoreo de dispositivo encendido y/o en funcionamiento por tratarse de un prototipo inicial. Estos elementos pueden ser agregados como evolución del proyecto. Es de anotar que la fuente de alimentación para el circuito es el mismo puerto USB que se usa en la comunicación, ya que de allí se obtienen los 5.0V necesarios para el funcionamiento del PIC.

La ilustración 2-5 presenta un diagrama esquemático del circuito.

Ilustración 2-5 Diagrama esquemático del circuito



2.1.3 Microcontrolador

El microcontrolador o PIC es el “cerebro” del dispositivo. Es encargado de recibir la señal del sensor, procesarla y comunicarse con el PC, bien sea para enviarle datos del tiempo registrado o para recibir de él la presión de una tecla para iniciar o finalizar el conteo de tiempo. La siguiente sección explica su funcionamiento.

Una vez implementada la configuración adecuada del sensor, se debe acondicionar el circuito para que el microcontrolador funcione.

Se usa un cristal de 20MHz para dar una buena velocidad de trabajo, además de un par de capacitores de desacople en la alimentación con respecto al pin de entrada del sensor y de comunicación USB.

2.2 Programación del PIC

Como no se conocen las condiciones iniciales de velocidad del cuerpo que pasa por el sensor, cuando recibe la primer señal el dispositivo marca como " $t=0.000s$ " correspondiente al inicio de la toma de datos de tiempo del experimento.

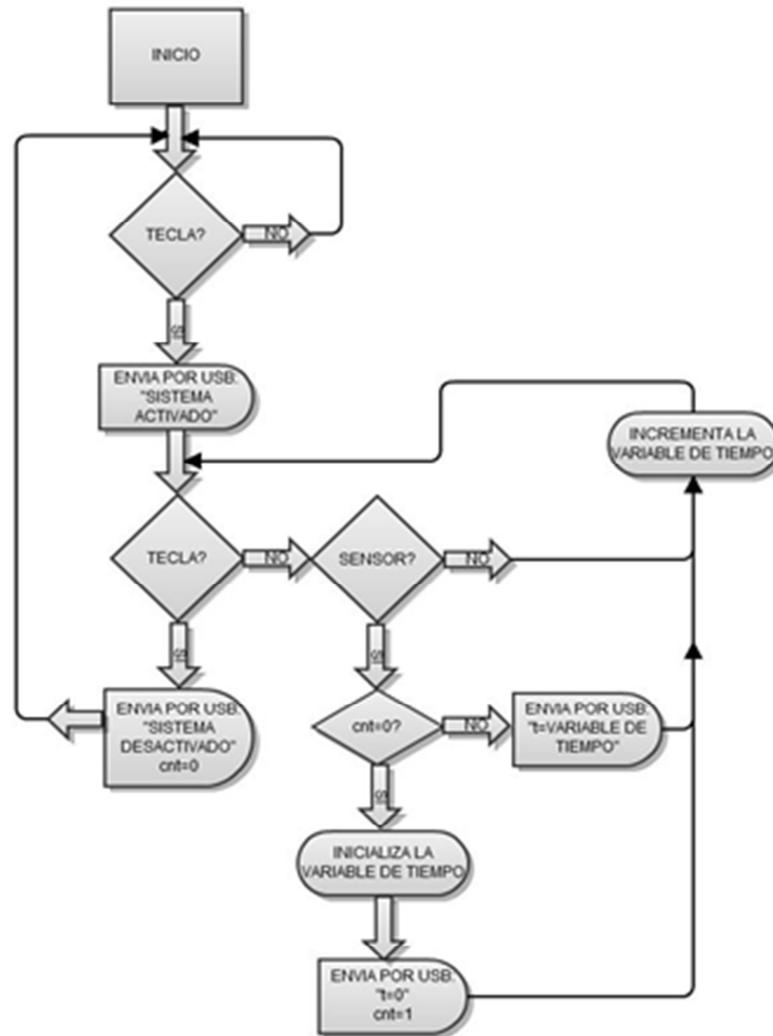
El programa funciona usando dos interrupciones dentro del microcontrolador, una de las cuales verifica que se presione alguna tecla del PC para activar o desactivar el sistema, mientras la otra espera la señal del sensor para activar el contador de tiempo y enviar el dato de tiempo que transcurre entre eventos consecutivos de cambio de estado, siendo éste un cambio de claro a oscuro en el fotosensor.

La comunicación del PIC con el PC vía USB simula un puerto serial, por lo que se requiere de una interfaz apropiada para establecer dicha comunicación serial. Inicialmente se realizaron pruebas de comunicación usando "*Hyperterminal*"

La programación del PIC se realiza usando "PIC C Compiler", que es un entorno útil en el desarrollo de proyectos cuando se usan microcontroladores de la familia PIC. Tanto el programa principal del PIC como los protocolos de comunicación pueden ser consultados en los anexos respectivos.

La ilustración 2-6 muestra mediante un diagrama de flujo el funcionamiento del dispositivo.

Ilustración 2-6 Diagrama de flujo para el programa del PIC



La variable “cnt”, permite identificar la primera señal para el programa.

Los datos obtenidos se reciben en un archivo de texto plano, en columnas, de tal manera que el usuario puede extraer cada uno de los datos obtenidos. Si hace un uso adecuado del equipo, el estudiante identifica la primera señal y puede relacionar la distancia entre dos fuentes de señal consecutivas y de esa manera relacionar las variables de posición (distancia) y tiempo.

El dispositivo está diseñado de tal manera que el usuario solo lo conecte y lo active usando alguna interfaz como hyperterminal. Para lograr la captura de datos, es necesario

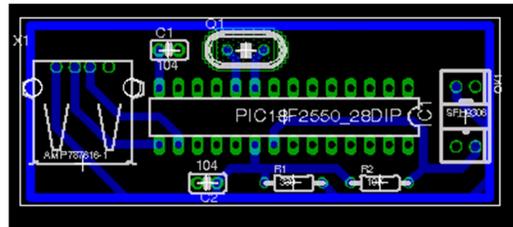
un cuerpo translúcido con algunas marcas espaciadas que pasen a través de la "herradura" del equipo. En principio, el montaje experimental es de tal manera que el equipo se encuentre un reposo y que sea el cuerpo translúcido el que se desplace.

2.3 Diseño mecánico

Pensando en la portabilidad del equipo y en el tamaño de los componentes, se plantea la idea de implementar el equipo en una caja plástica de tamaño 2.0"x2.5"x1.0", en la cual se fija el circuito impreso con los componentes, incluyendo el sensor.

El circuito impreso se diseña con el programa EAGLE, que es un software de diseño electrónico y permite verificar la correcta conexión de los componentes entre sí, de acuerdo con el diagrama esquemático. El circuito impreso se presenta en la ilustración 2-7

Ilustración 2-7 Plaqueta del circuito



Una observación que se hace respecto al diseño del circuito, es la ubicación del conector USB, que se ubica en el extremo inferior **derecho** (de acuerdo con la Ilustración 2-7) sino en el centro, **queda por mejorar esta ubicación, pues el conector es más funcional en la ubicación descrita.**

Otro detalle que aparece como mejora para el equipo, es la implementación de un led indicador de conectado y/o en funcionamiento del dispositivo.

Como se mencionó anteriormente, el primer prototipo se implementa con un foto interruptor comercial. Si bien su funcionamiento es apropiado, según lo esperado, el

espacio útil de trabajo es demasiado reducido, por lo que se dificulta que la “regleta” marcada pase completamente a través de él.

Dada esta situación, se debe realizar una modificación al equipo implementado, logrando aumentar el espacio útil de la fotocpuerta y de esa manera, garantizando que todas las marcas de la regleta sean detectadas.

Se reubica en la caja el circuito de tal manera que quede apoyado en uno de los costados, teniendo en cuenta que la terminal USB se encuentre orientada a la cara de apoyo de la caja.

El dispositivo conectado a un computador portátil se presenta en la ilustración 2-8

Ilustración 2-8 Fotocpuerta conectada a PC



Una vez probado el programa, la instrumentación y la comunicación, se realizan pruebas en diferentes condiciones para determinar cuál es el de mejor respuesta y así plantear la experiencia a realizar.

Con la determinación de la experiencia a realizar, se procede al desarrollo de las guías de laboratorio respectivas con el fin de darle sentido al uso del dispositivo.

Una vez están dadas las condiciones necesarias, se procede a implementar la experiencia en el aula y se recolectan los datos.

Finalmente se realiza una evaluación de los niveles de comprensión de la cinemática y de su facilidad o dificultad en la aprehensión de los términos, conceptos y definiciones propias del tema.

3. Hipótesis

El diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos con comunicación a computador vía USB, de bajo costo, fácil reproducibilidad y que use software libre para el tratamiento de datos aplicado a una práctica de laboratorio de cinemática, proporcionará una mejor comprensión de algunos elementos propios de dicha temática para los estudiantes de grado décimo del Colegio Vermont School.

3.1 Identificación de las variables y de los indicadores.

3.1.1 Las variables

- Variable independiente: Implementación de un sistema de adquisición de datos para el aprendizaje significativo de la cinemática en práctica experimental. Enseñanza de la cinemática desde un enfoque de aprendizaje significativo mediante el uso adecuado de un sistema de adquisición de datos.
- Variable dependiente: Comprensión de los conceptos y procedimientos propios de la cinemática a partir de práctica experimental. Ganancia de aprendizaje de la cinemática en cuanto a su comprensión.

3.1.2 Los indicadores

- Indicador de la variable independiente: Aplicación del uso del sistema de adquisición de datos.
Grupo control: No; Grupo experimental: Si.

- Indicador de la variable dependiente: Comprensión de los conceptos de la cinemática a la luz de la taxonomía de Bloom normalizada, que asume valores de 0 a 1.

4. Metodología de la investigación

En el presente capítulo se hace explícita la metodología abordada en el desarrollo de esta prueba y para ello se asume el término metodología como un descriptor que designa el modo en el que es enfocado un problema y la forma en la que se busca la respuesta del mismo.

4.1 Diseño metodológico

La metodología se asume no sólo como un instrumento para darle respuesta a una problemática, sino también como la forma de asumir el propio instrumento. En este sentido autores como Bogdan y Taylor [15], proponen que en la investigación no sólo basta con diseñar un plan o estrategia para obtener y analizar información, sino que también se requieren otros aspectos que, en coherencia con los supuestos, intereses y propósitos del investigador, se logra delimitar y elegir una u otra metodología. Es decir, la elección de una metodología concilia rasgos esenciales sobre los propósitos de investigación, teoría y perspectivas sobre la construcción del conocimiento por parte del investigador.

En coherencia con lo expuesto en el párrafo anterior, a lo largo del presente capítulo se trata de mostrar que existe cierta armonía entre la investigación realizada, la visión epistemológica subyacente y la metodología utilizada. En este sentido, en la primera sección de este capítulo se dedica a presentar algunas de las ideas que conducen a optar por un abordaje cualitativo de la investigación, seguidamente, se explica cómo el método de Estudio de Casos se convirtió en una herramienta útil para lograr el objetivo

planteado en esta investigación, para finalmente, mostrar las fases, instrumentos, participantes, análisis de los datos y demás elementos implicados en el diseño de este estudio.

4.2 El camino metodológico

Las ideas de Vygotsky [16] sobre la forma en que las herramientas median el aprendizaje, proporcionan una concepción para el estudio de las relaciones entre los diferentes instrumentos, los sujetos y el conocimiento, cuyos planteamientos y propuestas se ha convertido en una fuente de elementos y construcciones teóricas retomadas por autores como Rabardel [17], Artigue [18], Trouche [19] y Lagrange [20] quienes han delimitado algunos caminos para el estudio de conceptos a partir de la utilización de herramientas tecnológicas dentro del aula. Partiendo de sus investigaciones, estos autores han asumido posiciones críticas frente a la implementación de las tecnologías computacionales en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física.

En el mismo sentido, en Borba y Villarreal [21] se presenta un constructo teórico denominado Humans-with-Media en el cual se proponen estudiar a los seres humanos y las herramientas tecnológicas como dos conjuntos que no son disjuntos dentro del proceso de construcción del conocimiento, sino que, estas herramientas además de ayudar al ser humano en dicho proceso, también influyen y reorganizan la manera en la que el ser humano conoce [22]. Los medios empleados para comunicar, representar y producir ideas condicionan el tipo de ideas que son construidas, dentro del constructo teórico de Borba y Villarreal, la separación entre seres humanos y herramientas no tiene sentido, pues estas últimas son componentes del sujeto que se aproxima al conocimiento, además que no son simples auxiliares ni complementos de la actividad cognitiva, sino que forman una parte esencial y constitutiva de la forma en que se conoce y se desarrollan las ideas respecto a algo.

A partir de lo anterior, la construcción del conocimiento físico mediado por diferentes herramientas se muestra como un espacio para el análisis crítico de los fenómenos asociados a las relaciones entre: el saber en la física escolar, los estudiantes, los docentes y la adaptación de las herramientas al aula de clase, de lo que se hace y se

actúa. Es decir, si bien no se niega que el conocimiento físico involucra “objetos” con sus respectivas reglas sintácticas y semánticas, relaciones, operaciones y aplicaciones; en las investigaciones desde una mirada instrumental se busca ir más allá, indagando por los acontecimientos que se muestran en las aulas escolares cuando se ha implementado dentro de ella herramientas tecnológicas cuyo objetivo es construir conocimiento físico.

De esta manera, la presente investigación realiza un estudio apoyado en la incorporación de una herramienta tecnológica en el aula de clase y los supuestos esgrimidos en los párrafos anteriores, donde se espera que se impacte de manera significativa el entendimiento de algunos conceptos propios de la cinemática tales como: Posición en función del tiempo, Velocidad en función del tiempo y Aceleración en función del tiempo.

Al estudiar un proceso de incorporación de herramientas computacionales en el aula de física, se hace necesario que el investigador realice un estudio atento y juicioso de la forma en que los fenómenos acontecen dentro del contexto de clase, de ésta manera la indagación por parte del investigador demanda una mirada atenta e interpretativa de los modos en que se comienzan a dar diferentes tipos de relaciones dentro del aula:

- Entre los estudiantes y el conocimiento físico,
- Entre estudiantes y estudiantes
- Entre el docente y los estudiantes
- Entre los estudiantes y las herramientas empleadas
- Entre las herramientas y el conocimiento físico

A su vez, tal estudio exigió la inmersión del investigador dentro del contexto de incorporación de las herramientas, ya que los fenómenos y las interrelaciones enunciadas anteriormente están en constante cambio y estos surgen durante todo el estudio del fenómeno escolar. Este tipo de demandas, llevan a un abordaje cualitativo de la investigación, ya que desde las acepciones de Bogdan y Taylor [15] este tipo de metodología se refiere a la investigación que produce datos descriptivos, los cuales se pueden extraer de las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable. De esta manera, la investigación deja de ser un conjunto de técnicas y estrategias para recoger y analizar datos y se convierte en una forma de

encarar y aprender el mundo empírico, de esta manera, la investigación cualitativa se caracteriza por:

- Presentar un diseño flexible de la investigación.
 - Asumir el contexto de investigación como un todo y no como la suma de partes.
 - Propiciar que el investigador sea una fuente importante de datos así como un integrante más en el contexto de la investigación cuya interacción genera más información.
 - Tener un importante componente descriptivo
 - Asumir los datos no como algo estático y listo para recogerse, sino como algo que hay que construir y analizar en la medida que ellos mismos comienzan a aparecer
- [15]

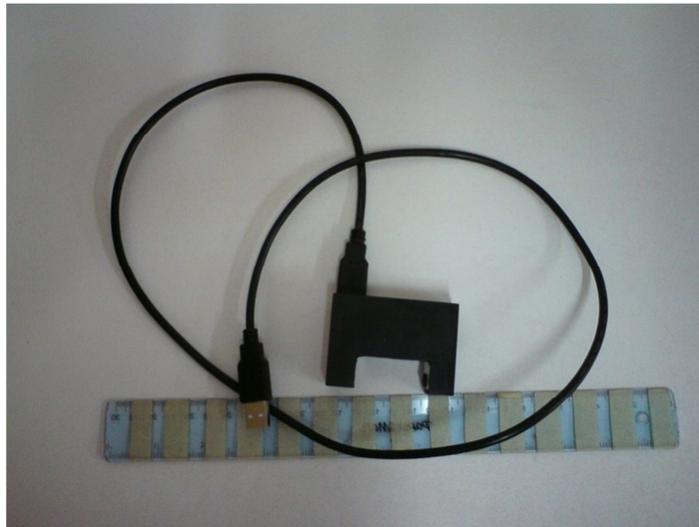
En coherencia de estas consideraciones con el propósito de esta investigación y las características del marco teórico, surgió la necesidad de usar el dispositivo en una clase de física, a modo de práctica docente, como un método apropiado para abordar el problema de esta investigación.

En la medida que se desarrolle el siguiente apartado se pondrá de manifiesto la forma en que el diseño en esta investigación no se asume como una suma de procedimientos de obtener información, sino como un conjunto articulado y no rígido de medios que están en coherencia con las fuentes de información y los propósitos de la recolección de datos. De esta manera, para el desarrollo de esta práctica docente se ha propuesto analizar los desempeños y comportamientos de los estudiantes a la luz de los datos generados en las experiencias.

5. Pruebas y resultados

Como resultado del presente trabajo, se obtiene un equipo compacto de fácil manejo y una interfaz gráfica que permite al usuario visualizar simultáneamente los resultados obtenidos en la experiencia, con la discriminación del valor de la aceleración detectada y las gráficas de posición, velocidad y aceleración con respecto al tiempo. El dispositivo y una regleta marcada en el experimento son mostrados en la ilustración 5-1.

Ilustración 5-1 Dispositivo final y regleta de apoyo

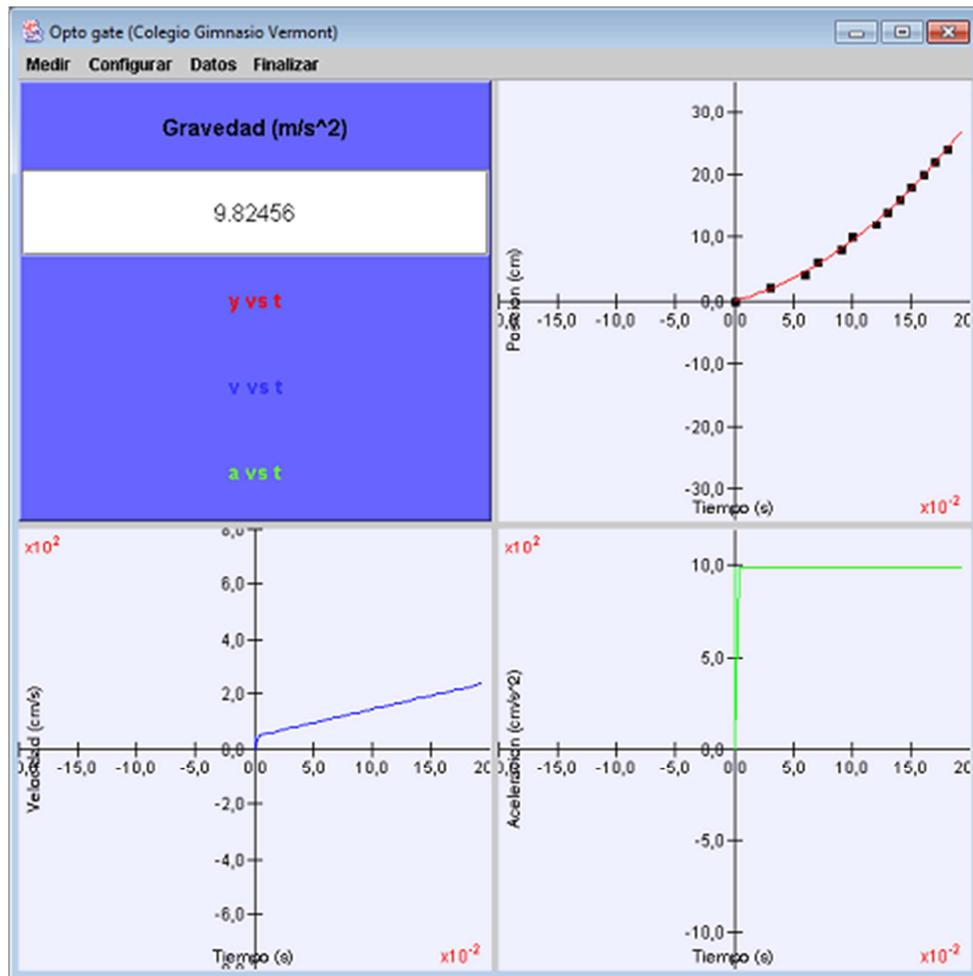


A tener en cuenta en la interfaz gráfica es que debido a la naturaleza del experimento, los resultados varían dependiendo de la forma en que caiga la regleta respecto de la fotoc compuerta, pues si en algún momento de la caída hay contacto entre la fotoc compuerta y la regleta, ésta se verá frenada y por lo tanto su aceleración será menor que la esperada; así mismo, si la regleta se deja caer desde una altura relativamente considerable, los cambios en posición respecto al tiempo serán muy rápidos y la aceleración será reportada como mayor a la esperada.

Gracias a los gráficos desplegados por esta interfaz, se pueden plantear diferentes tipos de análisis físicos respecto de su significado e interpretación, así como la posibilidad de validación y coherencia según las escalas de medida obtenidas.

La ilustración 5-2 muestra el pantallazo dado por la interfaz.

Ilustración 5-2 Interfaz gráfica de usuario



5.1 Surgimiento de los datos

Desde el punto de vista de Yin [23] las unidades de análisis están relacionadas con los elementos y formas de dónde extraer la información para el análisis del fenómeno en cuestión, en este caso el fenómeno a estudiar es de aprendizaje y por tanto el contexto cobra gran importancia en el momento de la construcción de los datos, término que se seguirá utilizando a lo largo del presente texto, pues se asume en el análisis de fenómenos educativos, que los datos no son algo estático y listo para recogerse, sino como algo que se construye y analiza en la medida que ellos mismos comienzan a aparecer. Es en este sentido que se muestra en el presente apartado, el contexto en el cual se aplicó el trabajo de campo, las razones por las cuales se diseñaron y aplicaron

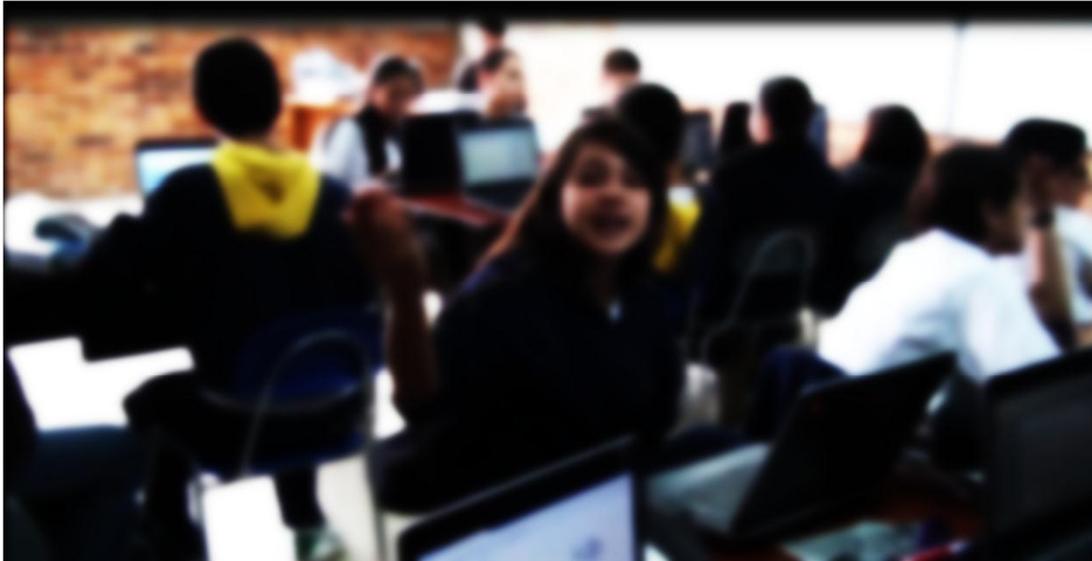
diferentes intervenciones para la totalidad de estudiantes de un grupo de grado décimo, así como también las consideraciones que se tuvieron para seleccionar de dicho grupo un conjunto de seis grupos que, se tomaron como unidades de análisis.

Para el trabajo de campo se diseñó un test que se aplica antes y después de la intervención, es decir, se implementa el método: “pre-test_post-test”. De ésta manera la intervención en el aula consta de tres fases a saber: aplicación de prueba pre-test cuya finalidad es comparar los resultados con los obtenidos en un test posterior; en segunda instancia, los estudiantes realizarán la práctica de laboratorio cuya única herramienta a emplear es el dispositivo desarrollado y finalmente se aplica de nuevo el test, en el cual se rastrea la evolución de los conocimientos de cinemática obtenido por los estudiantes y cuyos “avances” serán contrastados con los obtenidos en un segundo grupo de estudiantes, grupo control.

La importancia de tener un grupo en el cual no se implementa el dispositivo en la realización del laboratorio radica en que se puede tener un conocimiento más objetivo de la funcionalidad o no del equipo con fines de mejorar el entendimiento de algunos conceptos de cinemática.

Es de anotar que el Colegio donde se desarrolló el trabajo de campo (contexto), presenta una serie de características particulares, como lo son: la inmersión total de los estudiantes en una segunda lengua (inglés), el número de estudiantes por aula no debe superar los veintiocho y la masificación del uso de las nuevas tecnologías en el aula de clase ya que se ha realizado una inversión económica importante en la dotación de computadores para las aulas, donde cada estudiante desde Stage 3 hasta duodécimo tiene su propio computador portátil o laptop, lo cual llevó a una reorganización y reestructuración de las aulas de clase, accesos a internet e intranet y por supuesto a planeaciones y ejecuciones de clase por parte de los profesores. Con el objetivo de formar una idea de las clases al lector, se presenta la ilustración 5-3 que muestra la distribución de estudiantes en el aula. Es borrosa por protección de infancia.

Ilustración 5-3 Distribución de estudiantes en el aula de clase.



5.2 Las fuentes y los procedimientos

En este apartado se presentan los recursos y herramientas que posibilitan la construcción de los datos respectivos para cada unidad de análisis; tales recursos se implementaron con el fin de ser coherente con los propósitos de la investigación. De esta manera y en relación con el paradigma de la investigación cualitativa, se hizo necesario implementar una metodología múltiple para la construcción de los datos; esto quiere decir, que para la construcción y recolección de los datos se utilizaron diferentes procedimientos e instrumentos, así, en coherencia con Yin [23] se le da en la presente investigación importancia a esta multiplicidad de procedimientos ya que presenta la posibilidad de darle solidez a los resultados de la investigación, en la medida en que se pueden realizar triangulaciones entre las diferentes fuente de información; así mismo al ser nuestro objeto de estudio un proceso educativo fundamental, valorar cualquier detalle o situación que emerja durante la construcción, recolección y análisis de la información.

Para la obtención de los datos, en el trabajo de campo se desarrollaron e implementaron herramientas que buscan obtener la información necesaria en coherencia con las

proposiciones presentadas en el presente capítulo. De esta manera, las fuentes que se emplearon para la construcción de la información fueron:

5.2.1 Análisis de resultados pre-test_post-test

La Incorporación de un pre-test en el presente trabajo ofrece dos ventajas: la primera, consiste en que los resultados en el pre-test ayudan a controlar el experimento pues al compararse dichos resultados de los grupos se establece que tan distanciado o cercano están los estudiantes de cada grupo en los conceptos básicos de cinemática; y segundo, es posible analizar la “ganancia” (diferencia entre las puntuaciones del pre-test y post-test)

5.2.2 Valoración de las pruebas

El pre-test y el post-test serán llevados a cabo con la misma herramienta de análisis diseñada por el docente, la cual es un cuestionario que indaga sobre los conceptos de cinemática a partir de la consideración de 15 situaciones propuestas con diferentes tipos de información (gráfico y numérico) en 20 preguntas. La valoración de la prueba se hace calificando el total de respuestas acertadas respecto de las 20 totales.

5.2.3 Comparación de los resultados

Al tabular los datos obtenidos en las pruebas, se puede realizar un análisis de asertividad en las respuestas tanto por equipo como por pregunta en todos los equipos, es decir, cada equipo puede obtener una puntuación de la prueba general, así como cada pregunta puede ser analizada para el conjunto de los grupos que la presentan. Estas medidas permiten encontrar qué tanto se dispersan los datos presentados respecto de los “verdaderos”. De esta manera se pueden comparar los resultados obtenidos en cada grupo en el pre test y post test, a su vez que contrastarlos con los resultados obtenidos por el otro grupo en dichas pruebas.

5.2.4 Documentos

Según Villa-Ochoa [24], quien referencia Alves-Mazzotti [25] puede considerarse como un documento a cualquier registro escrito que pueda ser usado como fuente de información. En el caso del presente trabajo, se obtienen tres tipos de documentos a saber: 1) Respuestas de los equipos de trabajo al pre-test, 2) práctica de laboratorio realizada con el grupo de prueba usando el dispositivo desarrollado y 3) respuesta de los equipos de trabajo al post-test.

5.2.5 Secuencia de actividades

Las actividades presentadas a los estudiantes y su respectiva secuencia se diseñaron y desarrollaron a partir de los elementos esgrimidos en el presente apartado, donde se propuso, pensó, planteó y desarrolló una serie de tres encuentros en el aula de clase, procurando interacciones que posibilitaban retomar el conocimiento físico relativo a la cinemática desde un abordaje experimental. De esta manera, se presentó un test inicial de 40 minutos de clase a 6 equipos de trabajo en cada uno de los grupos de grado décimo, cuyo propósito inicial fue confrontar a los estudiantes con el conocimiento o nociones de cinemática. En un segundo momento, los equipos de estudiantes del grupo experimental realizan una práctica de laboratorio cuya única herramienta es el dispositivo de adquisición de datos, cuyo uso y funcionamiento permite desarrollar y analizar cada punto del laboratorio; y finalmente, ambos grupos, tanto el grupo experimental como el grupo control presentan de nuevo un test con características semejantes al inicial, de tal manera que se puedan contrastar los resultados obtenidos y la influencia que tuvo el uso del dispositivo en los mismos.

5.3 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos de los grupos control y prueba en el pre-test y post-test se relacionan a partir de la cantidad de respuestas correctas por pregunta y por el puntaje global de la prueba. Inicialmente se contrastaron los resultados del pre-test a partir de la media obtenida por cada uno de los grupos y su desviación estándar para cada una de las preguntas; una vez obtenidos estos resultados, aleatoriamente se seleccionó el grupo

con el que se iba a usar el dispositivo de adquisición de datos, es decir, el grupo de prueba; posteriormente se vuelve a aplicar el mismo test tanto para el grupo control y el grupo de prueba con el cual se pudo notar una diferencia significativa en el desempeño de los estudiantes en cuestionamientos de cinemática.

A continuación se presentan los análisis realizados a los resultados obtenidos en el pre-test, en las ilustraciones 5-4 y 5-5.

Ilustración 5-4 Resultados Pre-test, grupo de prueba

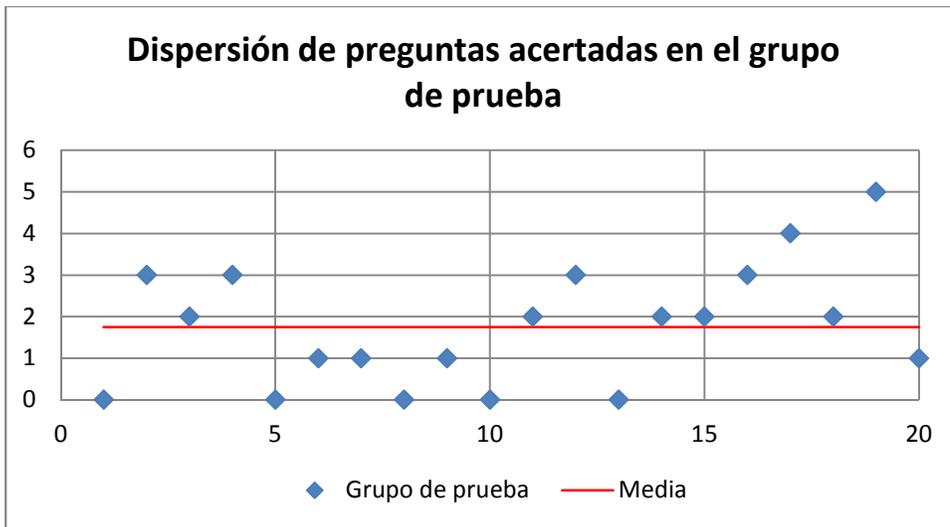
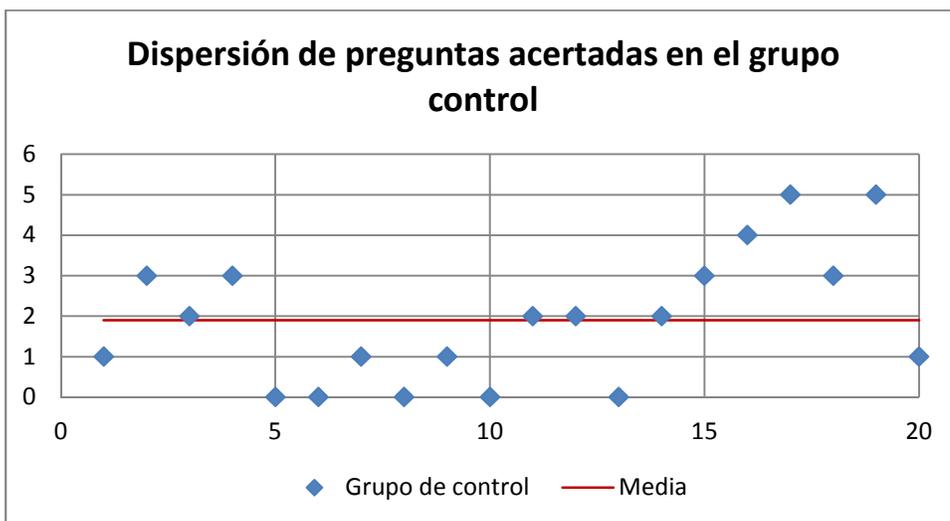


Ilustración 5-5 Resultados pre-test, grupo control



De las gráficas anteriores se puede observar que tanto en el grupo de prueba como en el de control, se tienen valores similares de la media (1,75 para el grupo de prueba y 1,90 para el grupo de control); es de anotar que sus respectivas desviaciones estándar están dadas por 1,45 y 1,62. Lo anterior lleva a pensar que los grupos poseen un conocimiento similar en cuanto a la cinemática, convirtiéndose en una fuente de investigación, pues la intervención podría ocasionar un desequilibrio en este nivel de aprendizaje.

La anterior correspondencia entre los grupos se puede afirmar también a partir de la valoración promedio de la prueba para cada grupo, donde fue obtenido un promedio de 6,33 para el grupo de control y 5,33 para el grupo de prueba, y donde sus desviaciones estándar fueron 2,88 para el grupo de control y 2,48 para el grupo de prueba.

Una vez tomados los datos se implementó la actividad experimental con el grupo de prueba donde los estudiantes dieron respuesta a los planteamientos asignados a partir de la interacción con el sistema de recolección de datos; cabe anotar que durante ésta intervención los estudiantes se notaron más motivados y dispuestos a realizar esta actividad con el propósito de desempeñarse bien en el laboratorio.

Luego de ser aplicado el laboratorio con el grupo de prueba, se realizó de nuevo la aplicación del test a los grupos con el fin de contrastar los resultados obtenidos en cada uno y verificar la eficiencia del dispositivo de recolección de datos. En las ilustraciones 5-6 y 5-7 se pueden apreciar las gráficas para cada pregunta en el segundo test.

Ilustración 5-6 Resultados post-test, grupo de prueba

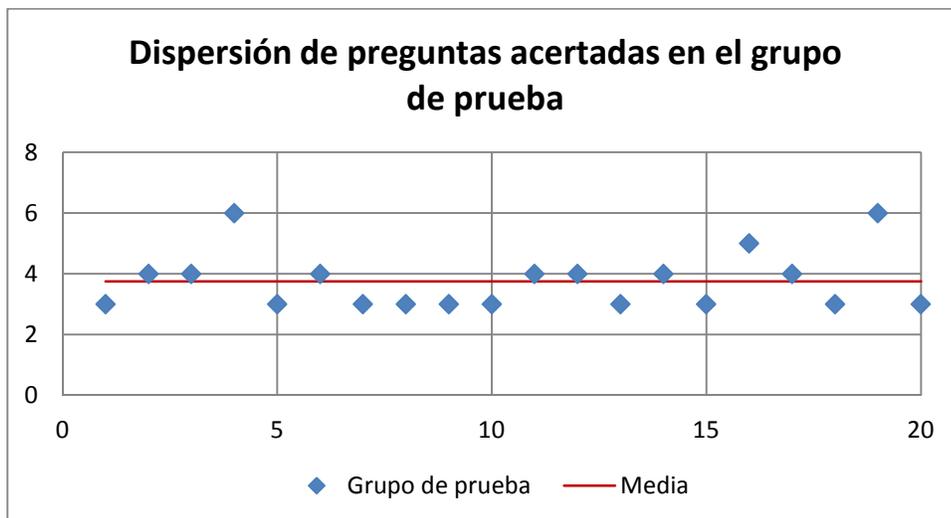
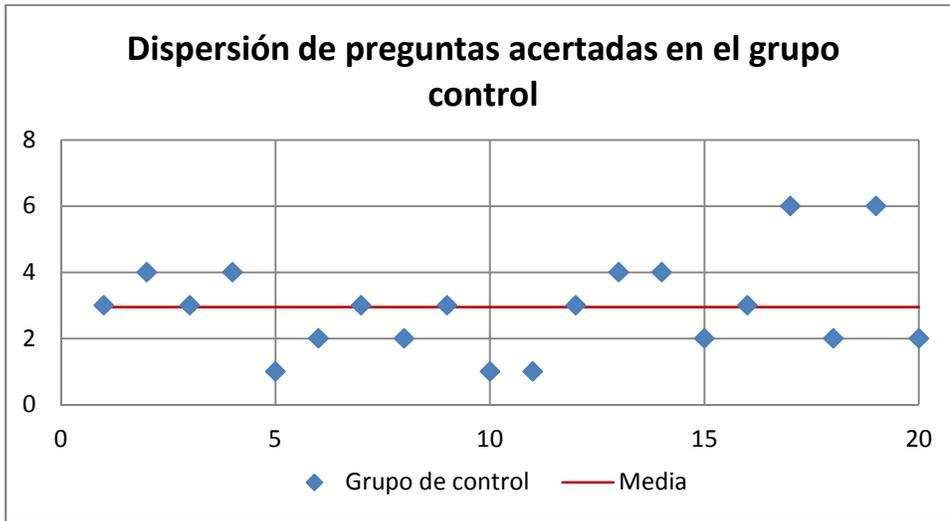


Ilustración 5-7 Resultados post-test, grupo control



En las últimas gráficas, se puede apreciar que los resultados fueron afectados por la realización de una práctica de laboratorio en cada grupo, teniendo un mayor impacto la práctica desarrollada por el grupo de prueba. La afectación de los datos muestra un aumento en la cantidad de respuestas acertadas en los test y se evidencia en los valores de la media (2,95 para el grupo control y 3,75 para el grupo de prueba); sus desviaciones estándar respectivas son 1,43 y 0,97, lo que significa que el grupo si bien ambos grupos obtuvieron una mayor cantidad de respuestas correctas, el grupo de prueba tuvo una mejoría más amplia y al tener un valor menor de desviación estándar, se entiende que los resultados de los estudiantes son más uniformes.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El presente capítulo hace explícita las principales conclusiones surgidas del desarrollo de la práctica docente y analiza el alcance de estudio en cuanto a la consecución del objetivo, con mira a la proyección hacia un futuro trabajo.

Basado en las experiencias presentadas en este trabajo, se presentan dos actividades que se pueden aplicar en el aula de clase para evaluar y mejorar el aprendizaje de elementos de cinemática en el aula de física, se puede comenzar con la presentación del test para que los estudiantes indaguen y se cuestionen aspectos que, desde el punto de vista tradicional, son enseñados con poca carga conceptual y de modo algorítmico. El test permitió que los estudiantes razonaran sobre el tipo de pregunta y realizaran cuestionamientos o conclusiones a partir de los análisis de gráficos, variación en datos y problemas planteados.

El lenguaje usado por los estudiantes en el momento de la socialización del primer test cambia sustancialmente en relación al lenguaje empleado en la socialización del segundo test, lo que implica que tanto el análisis de las preguntas como la implementación del laboratorio, expuso a los estudiantes a un lenguaje más técnico y elaborado con respecto al saber en física.

En relación al mejoramiento de los resultados en el post-test, se puede establecer que la aplicación de la actividad experimental generó en los estudiantes una aproximación más uniforme a los conceptos trabajados, lo cual se puede explicar desde la motivación y participación que tuvieron la mayoría de estudiantes en dicho trabajo experimental, lo que lleva a pensar que éste tipo de propuestas genera una mayor participación e interacción de los estudiantes con respecto al aprendizaje en física.

Con respecto a la diferencia en los resultados obtenidos por los grupos, se pudo observar mediante el contraste de las medias (tanto por pregunta como el general de los resultados) que la percepción y aproximación a conceptos propios de la cinemática se logró en el grupo de prueba desde un análisis más explicativo de los fenómenos, donde los estudiantes argumentaban sus respuestas no solo desde la ecuación o formulación matemática, sino desde la naturaleza del fenómeno.

6.1.1 Aproximación a la hipótesis.

El presente trabajo propuso como hipótesis: “El diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos con comunicación a computador vía USB, de bajo costo, fácil reproducibilidad y que use software libre para el tratamiento de datos aplicado a una práctica de laboratorio de cinemática, proporcionará una mejor comprensión de algunos elementos propios de dicha temática para los estudiantes de grado X del Colegio Vermont School.” Donde en la práctica experimental se pudo notar que el hecho de poder obtener datos de tiempo en las medidas tomadas, sin la influencia del error humano asociado al uso de cronómetro, permite a los estudiantes centrar su atención en el fenómeno de desplazamiento y no en qué tan apropiados son los datos temporales tomados por ellos.

Los resultados muestran que la implementación del dispositivo en la práctica de laboratorio generó mejores resultados en el grupo de prueba respecto al grupo control, además de conceptualizaciones más uniformes de los fenómenos, como lo puede evidenciar la desviación estándar.

6.2 Recomendaciones

Los resultados de esta práctica docente sugieren abrir nuevos trabajos en el aula de física dónde el uso de este dispositivo de adquisición de datos potencie el aprendizaje de la física evitando distracciones y errores de los estudiantes en la medición del tiempo; por ejemplo se podría pensar en extender este dispositivo para tomar datos no solo en prácticas de cinemática sino también en prácticas de dinámica y mecánica de fluidos.

A. Anexo: Programa principal del microcontrolador

```
#include ".\IAD.h"
#include ".\Firmware\Microchip\usb_cdc.h"
long longtiempo_temp =0, tiempo =0, ms=0;
unsigned int cnt=0;

#INT_TIMER1
void cnt_ms(){
ms=ms + 1; //incrementa la resolución configurada cada vez que se desborda
if (cnt==0)ms=0; // especifica la condición t=0
set_timer1(5536); // reinicia el timer a contar a partir de la precarga
}

#INT_EXT
void rb0() {
printf(usb_cdc_putc," %8u \t %8Lu\n\r", cnt,ms); // imprime en pantalla el numero
cnt=cnt +1; // del dato y cuanto tiempo ha transcurrido desde el primer dato
}

void main()
{
setup_timer_1(T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_2) // configura el Timer 1 con
//oscilador interno y preescaler 1:2
set_timer1(5536); // reinicia el timer a contar a partir de la precarga
ext_int_edge(L_TO_H); // especifica que se ejecuta la interrupción externa con
//flancos de subida
enable_interrupts(GLOBAL); // Habilita todas las interrupciones
usb_cdc_init(); // Inicializa la comunicación USB
usb_init();

do{
disable_interrupts(INT_TIMER1); //deshabilita las interrupciones externas y el
//Timer 1 hasta que se active el sistema
disable_interrupts(INT_EXT);
cnt=0; //inicializa el conteo de franjas y de tiempo
ms=0;
usb_cdc_getc(); //espera a que se presione una tecla para activar el sistema
printf(usb_cdc_putc,"Sistema activado\n\r");

enable_interrupts(INT_TIMER1); //después de presionar una tecla activa el
```

```
enable_interrupts(INT_EXT); //conteo de franjas y de tiempo

usb_cdc_getc();//espera que se presione una tecla para desactivar el sistema
printf(usb_cdc_putc,"Sistema desactivado\n\r");

}while(true);
}
```

B. Anexo: Librería IAD.h (Configuración de fusibles)

```
#include <18F2550.h>
#device adc=10
#fuses
HSPLL,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,PLL5,CPUDIV1,VREGEN,N
OMCLR,NOBROWNOUT
#use delay(clock=48000000)
```

C. Anexo: Librería usb_cdc.h

```

/////////////////////////////////////////////////////////////////
///                                     ///
///          usb_cdc.h                 ///
///                                     ///
/// Library for adding a virtual COM port on your PC over USB using ///
/// the standard Communication Device Class (CDC) specification.    ///
/// Including this file in your code will add all USB code,        ///
/// interrupts, descriptors and handlers required. No other        ///
/// modifications need to be made.                                  ///
///                                     ///
/// This library creates a virtual RS232 link between the PC and    ///
/// the PIC, therefore the library provided will be familiar to    ///
/// anyone with standard UART stream I/O:                          ///
///                                     ///
/// usb_cdc_kbhit() - Returns TRUE if there is one or more         ///
/// character received and waiting in the receive buffer.         ///
///                                     ///
/// usb_cdc_getc() - Gets a character from the receive buffer. If  ///
/// there is no data in the receive buffer it will wait until     ///
/// there is data in the receive buffer. If you do not want      ///
/// to wait in an infinit loop, use usb_cdc_kbhit() first to     ///
/// check if there is data before calling usb_cdc_getc().         ///
///                                     ///
/// usb_cdc_putc(char c) - Puts a character into the transmit      ///
/// buffer. If the transmit buffer is full it will wait until    ///
/// the transmit buffer is not full before putting the char     ///
/// into the transmit buffer. The transmit buffer is read by    ///
/// the PC very quickly, and therefore the buffer should only    ///
/// be full for a few milli-seconds. If you are concerned        ///
/// and don't want to be stuck in a long or infinite loop,      ///
/// use usb_cdc_putready() to see if there is space in the       ///
/// transmit buffer before putting data into the transmit        ///
/// buffer.                                                         ///
///                                     ///
/// usb_cdc_putready() - Returns TRUE if there is room left in the ///
/// transmit buffer for another character.                          ///
///                                     ///
/// usb_cdc_connected() - Returns TRUE if we received a          ///
/// Set_Line_Coding. On most serial terminal programs (such      ///
/// as Hyperterminal), they will send a Set_Line_Coding         ///

```



```

////      When using the 18F4550 family, you can increase      ////
////      the TX and RX size over 64 bytes.                    ////
////      No longer send 0len packets in the TBE interrupt.    ////
////      Hopefully fixed bugs that caused random crashes      ////
////      if you tried sending more than 64 bytes.            ////
////      ////
//// July 6th, 2005: Global interrupts disabled when writing to TX  ////
////      buffer.                                             ////
////      ////
//// July 1st, 2005: Initial Release.                          ////
////      ////
////////////////////////////////////
////      (C) Copyright 1996,2005 Custom Computer Services      ////
//// This source code may only be used by licensed users of the CCS  ////
//// C compiler. This source code may only be distributed to other  ////
//// licensed users of the CCS C compiler. No other use,        ////
//// reproduction or distribution is permitted without written    ////
//// permission. Derivative programs created using this software  ////
//// in object code form are not restricted in any way.          ////
////////////////////////////////////

//api for the user:
#define usb_cdc_kbhit() (usb_cdc_get_buffer_status.got)
#define usb_cdc_putready() (usb_cdc_put_buffer_nextin<USB_CDC_DATA_IN_SIZE)
#define usb_cdc_connected() (usb_cdc_got_set_line_coding)
void usb_cdc_putc_fast(char c);
char usb_cdc_getc(void);
void usb_cdc_putc(char c);

//input.c ported to use CDC:
float get_float_usb();
signed long get_long_usb();
signed int get_int_usb();
void get_string_usb(char* s, int max);
BYTE gethex_usb();
BYTE gethex1_usb();

//functions automatically called by USB handler code
void usb_isr_tkn_cdc(void);
void usb_cdc_init(void);
void usb_isr_tok_out_cdc_control_dne(void);
void usb_isr_tok_in_cdc_data_dne(void);
void usb_isr_tok_out_cdc_data_dne(void);

void usb_cdc_flush_out_buffer(void);

//Tells the CCS PIC USB firmware to include HID handling code.
#define USB_HID_DEVICE FALSE
#define USB_CDC_DEVICE TRUE

#define USB_CDC_COMM_IN_ENDPOINT 1

```

```

#define USB_CDC_COMM_IN_SIZE      8
#define USB_EP1_TX_ENABLE USB_ENABLE_INTERRUPT
#define USB_EP1_TX_SIZE USB_CDC_COMM_IN_SIZE

//pic to pc endpoint config
#define USB_CDC_DATA_IN_ENDPOINT  2
#define USB_CDC_DATA_IN_SIZE      64
#define USB_EP2_TX_ENABLE USB_ENABLE_BULK
#define USB_EP2_TX_SIZE USB_CDC_DATA_IN_SIZE

//pc to pic endpoint config
#define USB_CDC_DATA_OUT_ENDPOINT  2
#define USB_CDC_DATA_OUT_SIZE      64
#define USB_EP2_RX_ENABLE USB_ENABLE_BULK
#define USB_EP2_RX_SIZE USB_CDC_DATA_OUT_SIZE

////////////////////////////////////
//
// Include the CCS USB Libraries. See the comments at the top of these
// files for more information
//
////////////////////////////////////
#ifndef __USB_PIC_PERIF__
#define __USB_PIC_PERIF__ 1
#endif

#if __USB_PIC_PERIF__
#if defined(__PCM__)
#error CDC requires bulk mode! PIC16C7x5 does not have bulk mode
#else
#include <pic18_usb.h> //Microchip 18Fxx5x hardware layer for usb.c
#endif
#else
#include <usbn960x.c> //National 960x hardware layer for usb.c
#endif
#include ".\Firmware\Microchip\usb_desc_cdc.h" //USB Configuration and Device
descriptors for this UBS device
#include <usb.c> //handles usb setup tokens and get descriptor reports

struct {
    int32 dwDTERrate; //data terminal rate, in bits per second
    int8 bCharFormat; //num of stop bits (0=1, 1=1.5, 2=2)
    int8 bParityType; //parity (0=none, 1=odd, 2=even, 3=mark, 4=space)
    int8 bDataBits; //data bits (5,6,7,8 or 16)
} usb_cdc_line_coding;

//length of time, in ms, of break signal as we received in a SendBreak message.
//if ==0xFFFF, send break signal until we receive a 0x0000.
int16 usb_cdc_break;

int8 usb_cdc_encapsulated_cmd[8];

int8 usb_cdc_put_buffer[USB_CDC_DATA_IN_SIZE];

```

```

int1 usb_cdc_put_buffer_free;
#if USB_CDC_DATA_IN_SIZE>=0x100
  int16 usb_cdc_put_buffer_nextin=0;
  // int16 usb_cdc_last_data_packet_size;
#else
  int8 usb_cdc_put_buffer_nextin=0;
  // int8 usb_cdc_last_data_packet_size;
#endif

struct {
  int1 got;
  #if USB_CDC_DATA_OUT_SIZE>=0x100
    int16 len;
    int16 index;
  #else
    int8 len;
    int8 index;
  #endif
} usb_cdc_get_buffer_status;

int8 usb_cdc_get_buffer_status_buffer[USB_CDC_DATA_OUT_SIZE];
#if (defined(__PIC__))
  #if __PIC__
    // #locate
    usb_cdc_get_buffer_status_buffer=0x500+(2*USB_MAX_EP0_PACKET_LENGTH)+USB_CDC_COMM_IN_SIZE
  #if USB_MAX_EP0_PACKET_LENGTH==8
    #locate usb_cdc_get_buffer_status_buffer=0x500+24
  #elif USB_MAX_EP0_PACKET_LENGTH==64
    #locate usb_cdc_get_buffer_status_buffer=0x500+136
  #else
    #error CCS BUG WONT LET ME USE MATH IN LOCATE
  #endif
  #endif
#endif

int1 usb_cdc_got_set_line_coding;

struct {
  int1 dte_present; //1=DTE present, 0=DTE not present
  int1 active; //1=activate carrier, 0=deactivate carrier
  int reserved:6;
} usb_cdc_carrier;

enum {USB_CDC_OUT_NOTHING=0, USB_CDC_OUT_COMMAND=1,
USB_CDC_OUT_LINECODING=2, USB_CDC_WAIT_0LEN=3} __usb_cdc_state=0;

#byte INTCON=0xFF2
#bit INT_GIE=INTCON.7

//handle OUT token done interrupt on endpoint 0 [read encapsulated cmd and line coding data]

```

```

void usb_isr_tok_out_cdc_control_dne(void) {
debug_usb(debug_putc,"CDC %X ",__usb_cdc_state);

switch (__usb_cdc_state) {
//printf(putc_tbe,"@%X@\r\n", __usb_cdc_state);
case USB_CDC_OUT_COMMAND:
//usb_get_packet(0, usb_cdc_encapsulated_cmd, 8);
memcpy(usb_cdc_encapsulated_cmd, usb_ep0_rx_buffer,8);
#if USB_MAX_EP0_PACKET_LENGTH==8
__usb_cdc_state=USB_CDC_WAIT_0LEN;
usb_request_get_data();
#else
usb_put_0len_0();
__usb_cdc_state=0;
#endif
break;

#if USB_MAX_EP0_PACKET_LENGTH==8
case USB_CDC_WAIT_0LEN:
usb_put_0len_0();
__usb_cdc_state=0;
break;
#endif

case USB_CDC_OUT_LINECODING:
//usb_get_packet(0, &usb_cdc_line_coding, 7);
//printf(putc_tbe,"\r\n!GSLC FIN!\r\n");
memcpy(&usb_cdc_line_coding, usb_ep0_rx_buffer,7);
__usb_cdc_state=0;
usb_put_0len_0();
break;

default:
__usb_cdc_state=0;
usb_init_ep0_setup();
break;
}
}

//handle IN token on 0 (setup packet)
void usb_isr_tkn_cdc(void) {
//make sure the request goes to a CDC interface
if ((usb_ep0_rx_buffer[4] == 1) || (usb_ep0_rx_buffer[4] == 0)) {
//printf(putc_tbe,"!%X!\r\n", usb_ep0_rx_buffer[1]);
switch(usb_ep0_rx_buffer[1]) {
case 0x00: //send_encapsulated_command
__usb_cdc_state=USB_CDC_OUT_COMMAND;
usb_request_get_data();
break;

case 0x01: //get_encapsulated_command
memcpy(usb_ep0_tx_buffer, usb_cdc_encapsulated_cmd, 8);
usb_request_send_response(usb_ep0_rx_buffer[6]); //send wLength bytes

```

```

        break;

        case 0x20: //set_line_coding
debug_usb(debug_putc,"!GSLC!");
        __usb_cdc_state=USB_CDC_OUT_LINECODING;
usb_cdc_got_set_line_coding=TRUE;
usb_request_get_data();
        break;

        case 0x21: //get_line_coding
memcpy(usb_ep0_tx_buffer, &usb_cdc_line_coding, sizeof(usb_cdc_line_coding));
usb_request_send_response(sizeof(usb_cdc_line_coding)); //send wLength bytes
        break;

        case 0x22: //set_control_line_state
usb_cdc_carrier=usb_ep0_rx_buffer[2];
        usb_put_0len_0();
        break;

        case 0x23: //send_break
usb_cdc_break=make16(usb_ep0_rx_buffer[2],usb_ep0_rx_buffer[3]);
        usb_put_0len_0();
        break;

        default:
usb_request_stall();
        break;
    }
}
}

//handle OUT token done interrupt on endpoint 3 [buffer incoming received chars]
void usb_isr_tok_out_cdc_data_dne(void) {
    usb_cdc_get_buffer_status.got=TRUE;
usb_cdc_get_buffer_status.index=0;
#ifdef __PIC__
    #if __PIC__

usb_cdc_get_buffer_status.len=usb_rx_packet_size(USB_CDC_DATA_OUT_ENDPOINT)
;
        #else
usb_cdc_get_buffer_status.len=usb_get_packet_buffer(

USB_CDC_DATA_OUT_ENDPOINT,&usb_cdc_get_buffer_status_buffer[0],USB_CDC_D
ATA_OUT_SIZE);
        #endif
    #else
usb_cdc_get_buffer_status.len=usb_get_packet_buffer(

USB_CDC_DATA_OUT_ENDPOINT,&usb_cdc_get_buffer_status_buffer[0],USB_CDC_D
ATA_OUT_SIZE);
    #endif
}

```

```

}

//handle IN token done interrupt on endpoint 2 [transmit buffered characters]
void usb_isr_tok_in_cdc_data_dne(void) {
    if (usb_cdc_put_buffer_nextin) {
        usb_cdc_flush_out_buffer();
    }
    //send a 0len packet if needed
    // else if (usb_cdc_last_data_packet_size==USB_CDC_DATA_IN_SIZE) {
    //     usb_cdc_last_data_packet_size=0;
    //     printf(putc_tbe, "FL 0\r\n");
    //     usb_put_packet(USB_CDC_DATA_IN_ENDPOINT,0,0,USB_DTS_TOGGLE);
    // }
    else {
        usb_cdc_put_buffer_free=TRUE;
        //printf(putc_tbe, "FL DONE\r\n");
    }
}

void usb_cdc_flush_out_buffer(void) {
    if (usb_cdc_put_buffer_nextin) {
        usb_cdc_put_buffer_free=FALSE;
        //usb_cdc_last_data_packet_size=usb_cdc_put_buffer_nextin;
        //printf(putc_tbe, "FL %U\r\n", usb_cdc_put_buffer_nextin);

        usb_put_packet(USB_CDC_DATA_IN_ENDPOINT,usb_cdc_put_buffer,usb_cdc_put_buffer_nextin,USB_DTS_TOGGLE);
        usb_cdc_put_buffer_nextin=0;
    }
}

voidusb_cdc_init(void) {
    usb_cdc_line_coding.dwDTERrate=9600;
    usb_cdc_line_coding.bCharFormat=0;
    usb_cdc_line_coding.bParityType=0;
    usb_cdc_line_coding.bDataBits=8;
    (int8)usb_cdc_carrier=0;
    usb_cdc_got_set_line_coding=FALSE;
    usb_cdc_break=0;
    usb_cdc_put_buffer_nextin=0;
    usb_cdc_get_buffer_status.got=0;
    usb_cdc_put_buffer_free=TRUE;
}

////////// END USB CONTROL HANDLING //////////

////////// BEGIN USB<->RS232 CDC LIBRARY //////////

char usb_cdc_getc(void) {
    char c;

    while (!usb_cdc_kbhit()) {}
}

```

```

c=usb_cdc_get_buffer_status_buffer[usb_cdc_get_buffer_status.index++];
if (usb_cdc_get_buffer_status.index>= usb_cdc_get_buffer_status.len) {
    usb_cdc_get_buffer_status.got=FALSE;
usb_flush_out(USB_CDC_DATA_OUT_ENDPOINT, USB_DTS_TOGGLE);
}

return(c);
}

void usb_cdc_putc_fast(char c) {
    int1 old_gie;

    //disable global interrupts
old_gie=INT_GIE;
    INT_GIE=0;

    if (usb_cdc_put_buffer_nextin>= USB_CDC_DATA_IN_SIZE) {
usb_cdc_put_buffer_nextin=USB_CDC_DATA_IN_SIZE-1;    //we just overflowed the
buffer!
    }
usb_cdc_put_buffer[usb_cdc_put_buffer_nextin++]=c;

    //reenable global interrupts
    INT_GIE=old_gie;

    /*
    if (usb_tbe(USB_CDC_DATA_IN_ENDPOINT)) {
        if (usb_cdc_put_buffer_nextin)
usb_cdc_flush_out_buffer();
    }
    */
    if (usb_cdc_put_buffer_free) {
usb_cdc_flush_out_buffer();
    }
}

void usb_cdc_putc(char c) {
    while (!usb_cdc_putready()) {
        if (usb_cdc_put_buffer_free) {
usb_cdc_flush_out_buffer();
        }
        //delay_ms(500);
        //printf(putc_tbe,"TBE=%U                                CNT=%U
LST=%U\r\n",usb_tbe(USB_CDC_DATA_IN_ENDPOINT),    usb_cdc_put_buffer_nextin,
usb_cdc_last_data_packet_size);
    }
usb_cdc_putc_fast(c);
}

#include <ctype.h>

BYTE gethex1_usb() {

```

```

char digit;

digit = usb_cdc_getc();

usb_cdc_putc(digit);

if(digit<='9')
    return(digit-'0');
else
    return((toupper(digit)-'A')+10);
}

BYTE gethex_usb() {
intlo,hi;

hi = gethex1_usb();
lo = gethex1_usb();
if(lo==0xdd)
    return(hi);
else
    return( hi*16+lo );
}

void get_string_usb(char* s, int max) {
intlen;
char c;

--max;
len=0;
do {
    c=usb_cdc_getc();
    if(c==8) { // Backspace
        if(len>0) {
            len--;
            usb_cdc_putc(c);
            usb_cdc_putc(' ');
            usb_cdc_putc(c);
        }
        } else if ((c>=' ')&&(c<=~'))
            if(len<max) {
                s[len++]=c;
            }
        } while(c!=13);
        s[len]=0;
}

```

```

// stdlib.h is required for the ato_ conversions
// in the following functions
#ifdef _STDLIB

```

```

signed intget_int_usb() {

```

```
char s[5];
signed inti;

get_string_usb(s, 5);

i=atoi(s);
return(i);
}

signed long get_long_usb() {
char s[7];
signed long l;

get_string_usb(s, 7);
l=atol(s);
return(l);
}

float get_float_usb() {
char s[20];
float f;

get_string_usb(s, 20);
f = atof(s);
return(f);
}

#endif
```

D. Pre y Post test

	THE NEW SCHOOL Proceso Prácticas Pedagógicas Formato Material de Trabajo y Seguimiento Académico	V2
---	---	-----------

TEST CONCEPTOS DE CINEMÁTICA

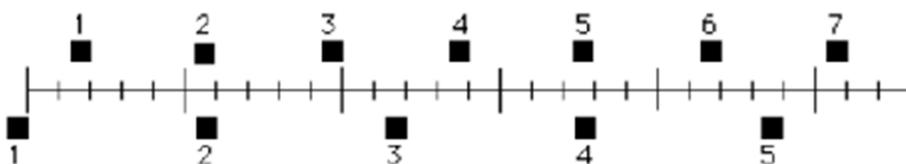
Nombre del estudiante			
Fecha		Grado	

Instrucciones:

No escriba nada en este cuestionario.
Marque sus respuestas en la hoja de respuestas.
Marque sólo una respuesta por pregunta.
No deje ninguna pregunta sin contestar.
Evite adivinar. Sus respuestas deben reflejar lo que usted personalmente piensa.

1. Las posiciones de dos bloques en intervalos sucesivos de 0.20 segundos se hallan representadas por los cuadrados numerados de la figura adjunta. Los bloques se mueven hacia la derecha.

Bloque "a"

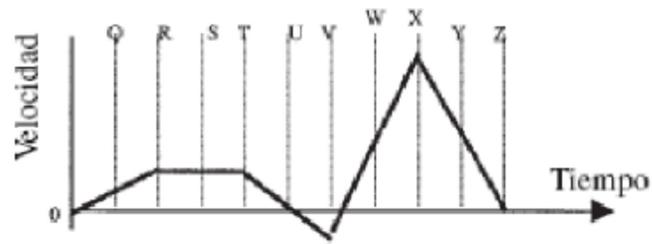


Bloque "b"

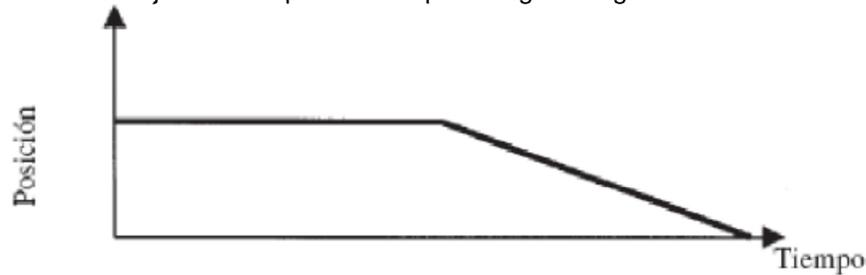
Las aceleraciones de los bloques están relacionadas de la forma siguiente:

- a) La aceleración de "a" es mayor que la aceleración de "b".
 - b) La aceleración de "a" es igual a la aceleración de "b". Ambas aceleraciones son mayores que cero.
 - c) La aceleración de "b" es mayor que la aceleración de "a".
 - d) La aceleración de "a" es igual a la aceleración de "b". Ambas aceleraciones son cero.
 - e) No se da suficiente información para contestar la pregunta.
2. En el siguiente gráfico de velocidad en función del tiempo, ¿en qué intervalo es más negativa la aceleración?

- a) De R a T
- b) De T a V
- c) En V
- d) En X
- e) De X a Z

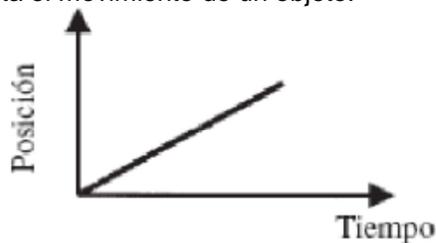


3. El movimiento de un objeto está representado por el siguiente gráfico.



¿Cuál de las siguientes es la afirmación correcta?

- a) El objeto se mueve por una superficie plana, luego baja una colina y finalmente se para.
 - b) El objeto no se mueve al principio, luego desciende una colina y se detiene.
 - c) El objeto se mueve a velocidad constante, luego se frena y finalmente se detiene.
 - d) El objeto primero no se mueve, luego retrocede y se detiene.
 - e) El objeto se mueve sobre una superficie plana, luego retrocede bajando de una colina y sigue luego moviéndose.
4. El siguiente gráfico representa el movimiento de un objeto.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor interpretación del mismo?

- a) El objeto se mueve con una aceleración constante no nula.
- b) El objeto no se mueve.
- c) El objeto está moviéndose con una velocidad uniformemente creciente.
- d) El objeto se mueve a velocidad constante.
- e) El objeto se mueve con aceleración uniformemente creciente.

Se lanza verticalmente hacia arriba una pelota y regresa a la mano de quien la lanza. Desprecie la fricción con el aire y conteste las preguntas 5 y 6:

5. ¿Qué le sucede al valor de la aceleración de la pelota a medida que la pelota va **subiendo**?

- a) Aumenta
- b) Disminuye
- c) Permanece igual
- d) Vale cero
- e) Disminuye y después aumenta
- f) Otra

6. ¿Cuánto vale la aceleración de la pelota en el punto más alto de la trayectoria?

- a) Cero
 b) Es igual al peso mg
 c) g
 d) Otra

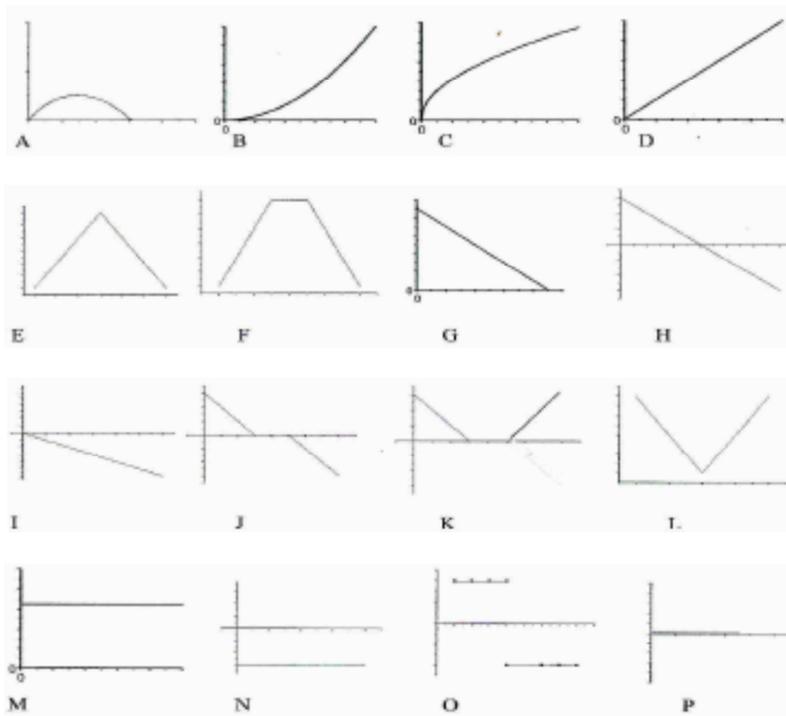
Desde la azotea de un edificio se lanza horizontalmente una pelota **A** con una velocidad v diferente de cero y simultáneamente se deja caer una pelota **B** pero con velocidad inicial cero.

Desprecie la fricción del aire y conteste las preguntas 7 y 8:

7. La pelota **A** tarda en recorrer la altura de la azotea:

- a) Más tiempo que la pelota **B**
 b) Menos tiempo que la pelota **B**
 c) Igual tiempo que la pelota **B**
 d) Otra

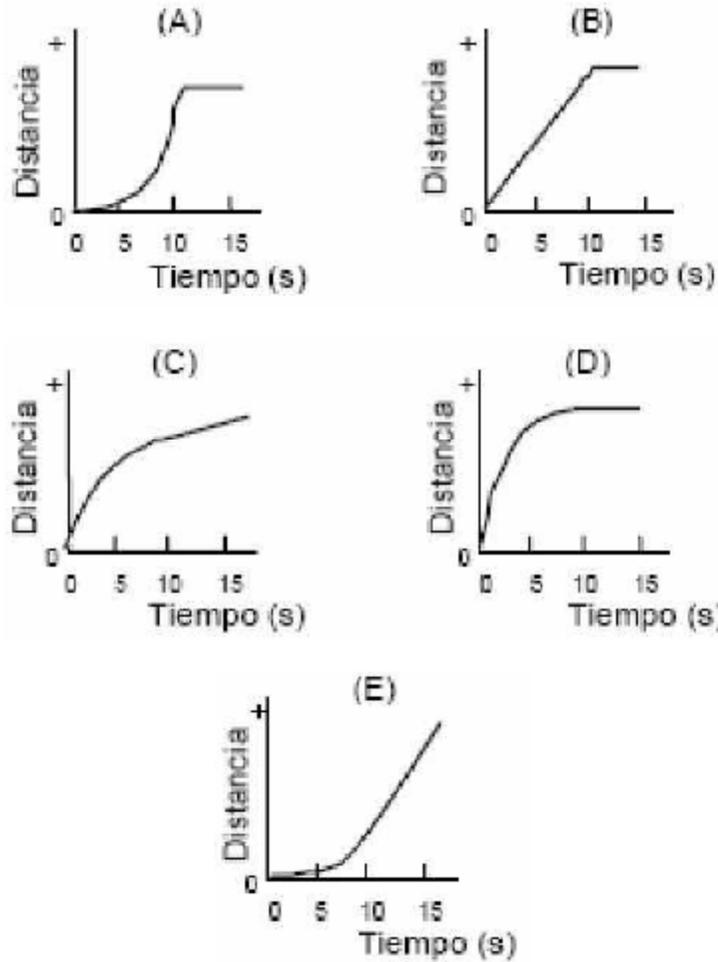
8. La gráfica de **posición versus tiempo** que describe el movimiento de la pelota es:
Recuerde: posición en el eje vertical y tiempo en el eje horizontal.



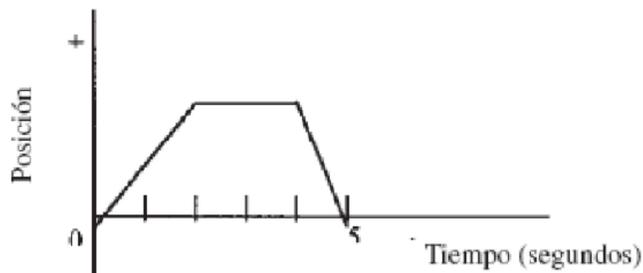
9. Una mujer ejerce una fuerza horizontal constante sobre una caja grande. Como resultado, la caja se mueve sobre un piso horizontal a velocidad constante " v_0 ". La fuerza horizontal constante aplicada por la mujer:

- a) Tiene la misma magnitud que el peso de la caja.
 b) Es mayor que el peso de la caja.
 c) Tiene la misma magnitud que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.
 d) Es mayor que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.
 e) Es mayor que el peso de la caja y también que la fuerza total que se opone a su movimiento.

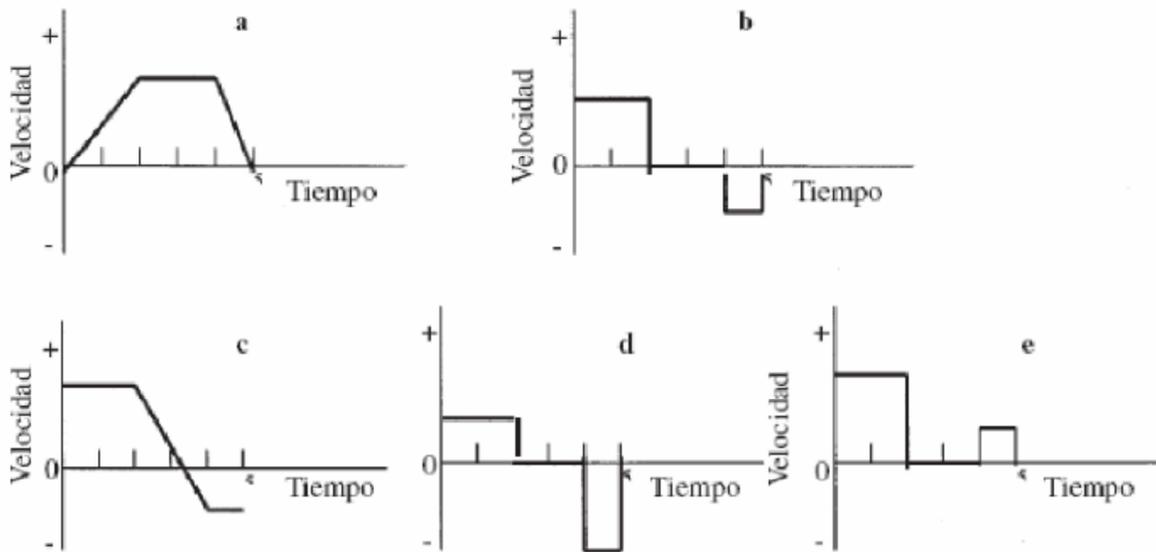
10. Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las siguientes gráficas describe correctamente dicha situación?



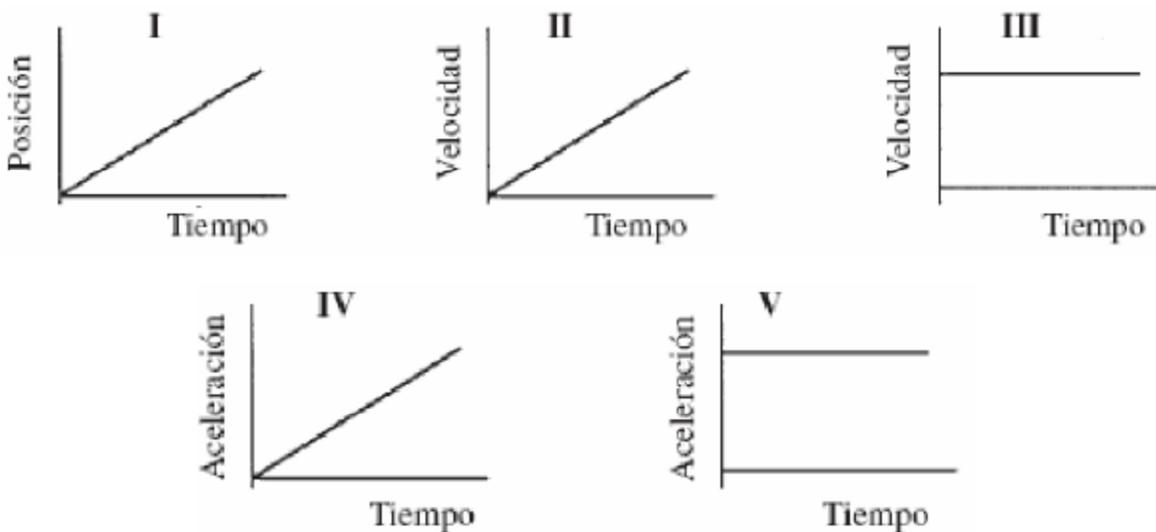
11. La siguiente es una gráfica del desplazamiento en función del tiempo para un objeto durante un intervalo de tiempo de 5 segundos.



¿Cuál de las siguientes gráficas de rapidez *versus* tiempo representa mejor el movimiento del objeto durante ese intervalo de tiempo?



12. Considerando las siguientes gráficas y teniendo cuidado con las magnitudes físicas de los diferentes ejes:



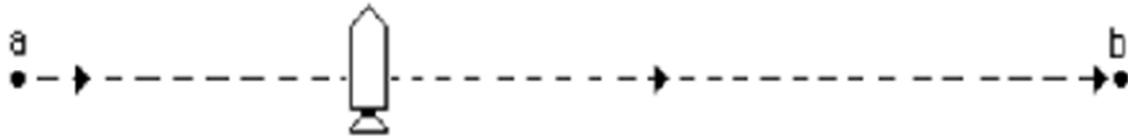
¿Cuál(es) de estas gráficas representan movimientos a velocidad constante?

- a) I, II y IV
- b) I y III
- c) II y V
- d) Sólo IV
- e) Sólo V

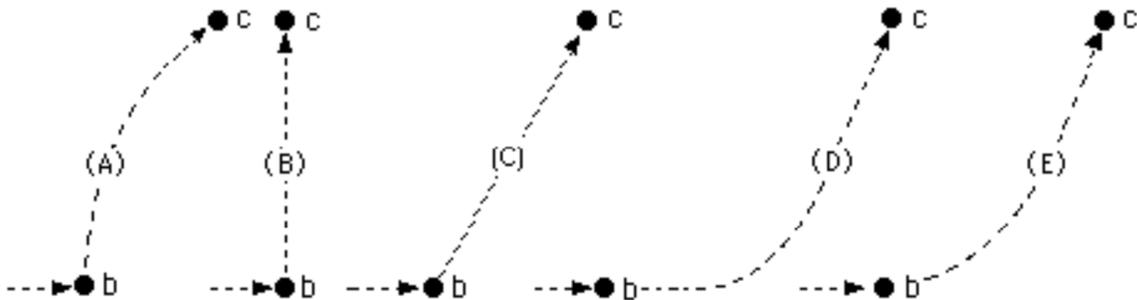
Con base en la siguiente información (enunciado y gráfica), responda las preguntas 13 a 15:

Un cohete flota a la deriva en el espacio exterior desde el punto "a" hasta el punto "b", como se muestra en la figura adjunta. El cohete no está sujeto a la acción de ninguna fuerza externa. En la posición "b", el motor del cohete se enciende y produce un empuje constante (fuerza sobre el

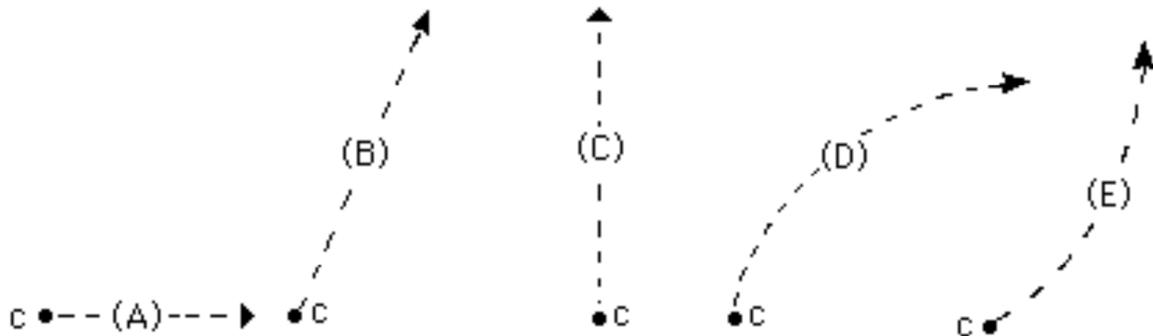
cohete) en un ángulo recto con respecto a la línea "ab". El empuje constante se mantiene hasta que el cohete alcanza un punto "c" en el espacio.



13. ¿Cuál de los siguientes caminos representa mejor la trayectoria del cohete entre los puntos "b" y "c"?



14. En el punto "c" el motor del cohete se para y el empuje se anula inmediatamente. ¿Cuál de los siguientes caminos seguirá el cohete después del punto "c"?



15. A partir de la posición "c" la velocidad del cohete es:

- Constante.
- Continuamente creciente.
- Continuamente decreciente.
- Creciente durante un rato y después constante.
- Constante durante un rato y después decreciente.

16. Un cuerpo parte del reposo con movimiento uniforme durante 20 s, describe una trayectoria recta y recorre una distancia de 120 m. ¿Cuál es la velocidad del cuerpo?

- 2 m/s
- 4 m/s
- 6 m/s
- 8 m/s
- 10 m/s

17. El tiempo que tarda un móvil en recorrer 100 m al moverse a una velocidad de 25 m/s en trayectoria recta es:
- a) 2 s
 - b) 4 s
 - c) 6 s
 - d) 8 s
 - e) 10 s
18. Un auto por una carretera recta acelera a 4.0 m/s^2 durante 5.0 s, entonces mantiene esa velocidad durante 10 s, y disminuye la velocidad a razón de 2.0 m/s^2 por 4.0 s. ¿Cuál es la velocidad final del automóvil?
- a) 20 m/s
 - b) 16 m/s
 - c) 12 m/s
 - d) 10 m/s
19. Un atleta antes de llegar a la meta, en la recta final, cambia su velocidad de 20 m/s a 0 m/s en 4 s. ¿Cuál es la desaceleración del atleta?
- a) 5 m/s^2
 - b) 4 m/s^2
 - c) 3 m/s^2
 - d) 2 m/s^2
 - e) 1 m/s^2
20. Si usted deja caer un objeto en caída libre 600 m, ¿cuál será la velocidad de impacto contra el suelo?
- a) 108,44m/s
 - b) 60 m/s
 - c) 107.4 m/s
 - d) Cero

E. Resultado de los pre y post test

Los resultados obtenidos en los grupos de control y de prueba se resumen en las siguientes tablas:

Pre-test Grupo Control

Pregunta-Prueba	1	2	3	4	5	6	Respuesta	1	2	3	4	5	6	Total
1	C	C	D	A	C	B	D	0	0	1	0	0	0	1
2	C	A	E	E	B	E	E	0	0	1	1	0	1	3
3	A	D	D	A	C	A	D	0	1	1	0	0	0	2
4	C	D	D	E	E	D	D	0	1	1	0	0	1	3
5	A	B	A	B	B	B	C	0	0	0	0	0	0	0
6	A	A	A	A	A	A	C	0	0	0	0	0	0	0
7	A	A	A	A	C	B	C	0	0	0	0	1	0	1
8	J	C	G	C	C	D	B	0	0	0	0	0	0	0
9	D	E	C	E	E	E	C	0	0	1	0	0	0	1
10	D	B	C	B	B	B	E	0	0	0	0	0	0	0
11	A	A	D	A	A	D	D	0	0	1	0	0	1	2
12	C	C	B	C	B	C	B	0	0	1	0	1	0	2
13	A	D	A	B	B	D	C	0	0	0	0	0	0	0
14	A	B	A	D	C	B	B	0	1	0	0	0	1	2
15	A	A	A	C	C	D	A	1	1	1	0	0	0	3
16	C	C	C	D	C	D	C	1	1	1	0	1	0	4
17	B	B	C	B	B	B	B	1	1	0	1	1	1	5
18	B	C	C	B	C	B	C	0	1	1	0	1	0	3
19	A	A	B	A	A	A	A	1	1	0	1	1	1	5
20	D	B	A	C	D	C	A	0	0	1	0	0	0	1
							Total	4	8	11	3	6	6	

Pre-test Grupo Prueba

Pregunta-Prueba	1	2	3	4	5	6	Respuesta	1	2	3	4	5	6	Total
1	C	B	C	A	E	B	D	0	0	0	0	0	0	0
2	C	A	B	E	E	E	E	0	0	0	1	1	1	3
3	A	D	C	A	D	A	D	0	1	0	0	1	0	2

4	C	D	C	E	D	D	D	0	1	0	0	1	1	3
5	A	B	B	B	B	B	C	0	0	0	0	0	0	0
6	A	A	C	A	A	A	C	0	0	1	0	0	0	1
7	A	A	C	A	B	B	C	0	0	1	0	0	0	1
8	D	G	C	C	D	D	B	0	0	0	0	0	0	0
9	D	E	E	E	C	B	C	0	0	0	0	1	0	1
10	D	B	B	B	C	B	E	0	0	0	0	0	0	0
11	A	A	A	A	D	D	D	0	0	0	0	1	1	2
12	C	C	B	C	B	B	B	0	0	1	0	1	1	3
13	B	D	B	B	A	D	C	0	0	0	0	0	0	0
14	A	B	C	C	A	B	B	0	1	0	0	0	1	2
15	A	A	D	C	E	D	A	1	1	0	0	0	0	2
16	C	D	C	D	C	D	C	1	0	1	0	1	0	3
17	B	B	B	B	D	C	B	1	1	1	1	0	0	4
18	B	C	A	B	C	B	C	0	1	0	0	1	0	2
19	A	A	A	A	A	B	A	1	1	1	1	1	0	5
20	D	B	D	C	A	C	A	0	0	0	0	1	0	1
							Total	4	7	6	3	10	5	

Post-test Grupo Control

Pregunta-Prueba	1	2	3	4	5	6	Respu esta	1	2	3	4	5	6	Total
1	D	A	D	A	D	B	D	1	0	1	0	1	0	3
2	B	E	B	E	E	E	E	0	1	0	1	1	1	4
3	E	A	D	D	A	D	D	0	0	1	1	0	1	3
4	B	D	D	D	B	D	D	0	1	1	1	0	1	4
5	C	B	B	B	E	B	C	1	0	0	0	0	0	1
6	A	C	C	A	A	A	C	0	1	1	0	0	0	2
7	A	C	C	A	C	B	C	0	1	1	0	1	0	3
8	J	C	D	B	B	D	B	0	0	0	1	1	0	2
9	D	C	D	C	E	C	C	0	1	0	1	0	1	3
10	B	E	C	B	B	A	E	0	1	0	0	0	0	1
11	A	C	C	A	A	D	D	0	0	0	0	0	1	1
12	C	C	B	C	B	B	B	0	0	1	0	1	1	3
13	C	C	A	C	C	D	C	1	1	0	1	1	0	4
14	B	B	B	D	C	B	B	1	1	1	0	0	1	4
15	A	A	E	C	C	C	A	1	1	0	0	0	0	2
16	C	C	D	D	C	D	C	1	1	0	0	1	0	3
17	B	B	B	B	B	B	B	1	1	1	1	1	1	6
18	B	B	C	B	C	D	C	0	0	1	0	1	0	2
19	A	A	A	A	A	A	A	1	1	1	1	1	1	6
20	D	B	A	A	B	C	A	0	0	1	1	0	0	2

							Total	8	12	11	9	10	9	
--	--	--	--	--	--	--	--------------	---	----	----	---	----	---	--

Post-test Grupo Prueba

Pregun- ta- Prueba	1	2	3	4	5	6	Respu- sta	1	2	3	4	5	6	Total
1	C	D	C	D	D	B	D	0	1	0	1	1	0	3
2	E	C	B	E	E	E	E	1	0	0	1	1	1	4
3	D	D	C	C	D	D	D	1	1	0	0	1	1	4
4	D	D	D	D	D	D	D	1	1	1	1	1	1	6
5	C	A	C	B	C	B	C	1	0	1	0	1	0	3
6	A	C	C	A	C	C	C	0	1	1	0	1	1	4
7	C	B	C	C	B	B	C	1	0	1	1	0	0	3
8	B	B	C	B	D	D	B	1	1	0	1	0	0	3
9	D	C	E	E	C	C	C	0	1	0	0	1	1	3
10	E	E	B	C	E	D	E	1	1	0	0	1	0	3
11	C	D	D	B	D	D	D	0	1	1	0	1	1	4
12	B	C	B	C	B	B	B	1	0	1	0	1	1	4
13	B	C	B	C	A	C	C	0	1	0	1	0	1	3
14	A	B	B	B	A	B	B	0	1	1	1	0	1	4
15	A	A	D	A	E	D	A	1	1	0	1	0	0	3
16	C	C	C	D	C	C	C	1	1	1	0	1	1	5
17	B	B	B	B	D	C	B	1	1	1	1	0	0	4
18	B	C	A	B	C	C	C	0	1	0	0	1	1	3
19	A	A	A	A	A	A	A	1	1	1	1	1	1	6
20	D	B	A	C	A	A	A	0	0	1	0	1	1	3
							Total	12	15	11	10	14	13	

F. Guía de laboratorio

	THE NEW SCHOOL Proceso Prácticas Pedagógicas Formato Material de Trabajo y Seguimiento Académico	V2
---	---	-----------

GUÍA DE LABORATORIO PRACTICA DE CAIDA LIBRE

Nombre del estudiante			
Fecha		Grado	

OBJETIVO

Registrar la caída de un cuerpo y determinar la aceleración debido a la gravedad.

INTRODUCCION:

La velocidad promedio durante un intervalo de tiempo se encuentra mediante la ecuación:

$$v = \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

donde Δy es la distancia recorrida durante un intervalo de tiempo Δt .

La función de posición que describe el movimiento en cualquier tiempo para caída libre es:

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 + y_0$$

$$a = \frac{v_f - v_0}{t}$$

Si en nuestro marco de referencia las condiciones iniciales son: Que el objeto parta del origen ($y_0 = 0$) y de su estado de reposo ($v_0 = 0$), la función de posición que describe el movimiento se reduce a la siguiente expresión:

$$y = -\frac{1}{2} g t^2$$

En consecuencia podemos encontrar el valor de la gravedad a partir de datos experimentales, ya que y y t los podemos medir en el laboratorio, en donde:

$$g = \frac{2y}{t^2}$$

MATERIALES

- Regleta marcada
- Fotocompuerta
- Computador
- Software

PROCEDIMIENTO

1. Conectar la fotocompuerta al computador.
2. Ubicar apropiadamente la fotocompuerta en un extremo de la mesa, de tal forma que la herradura quede en posición horizontal.
3. Verificar que la regleta tenga las marcas uniformes.
4. Abrir el software de la fotocompuerta y presionar una tecla para iniciar el sistema.
5. Dejar caer la regleta entre la herradura de la fotocompuerta de tal manera que su caída sea vertical y que la primer marca coincida con la herradura.
6. Si la regleta tiene una caída inclinada, repetir el paso 5.
7. Visualizar en la pantalla del computador los datos obtenidos.

DISCUSION DE RESULTADOS

¿Cómo es la exactitud y la precisión del experimento?

¿Cuáles son las posibles causas de error?

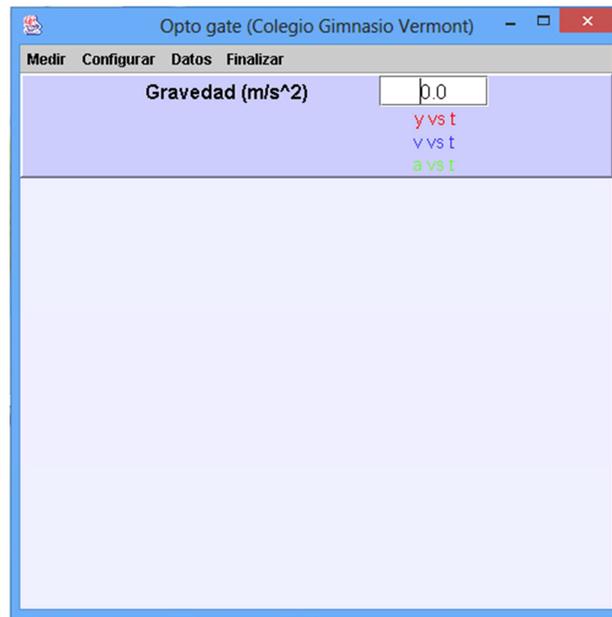
¿Es válido el valor de g obtenido?, ¿Por qué?

Agregue sus conclusiones

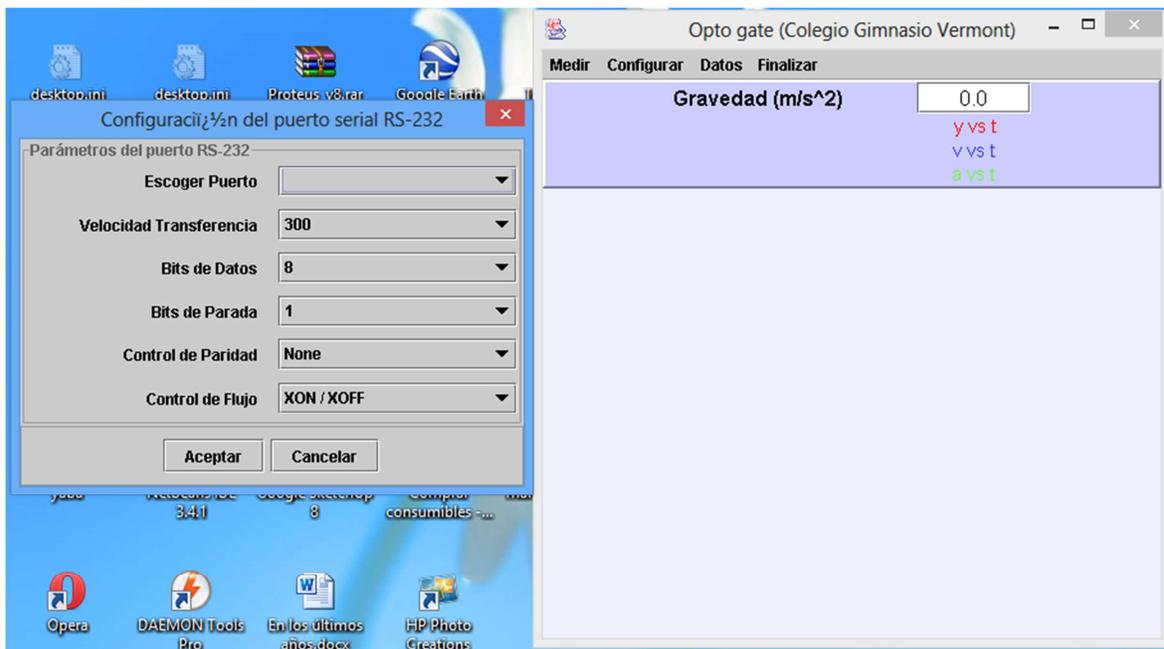
G. Paso a paso de la interfaz gráfica

La interfaz requiere que el usuario realice la siguiente configuración:

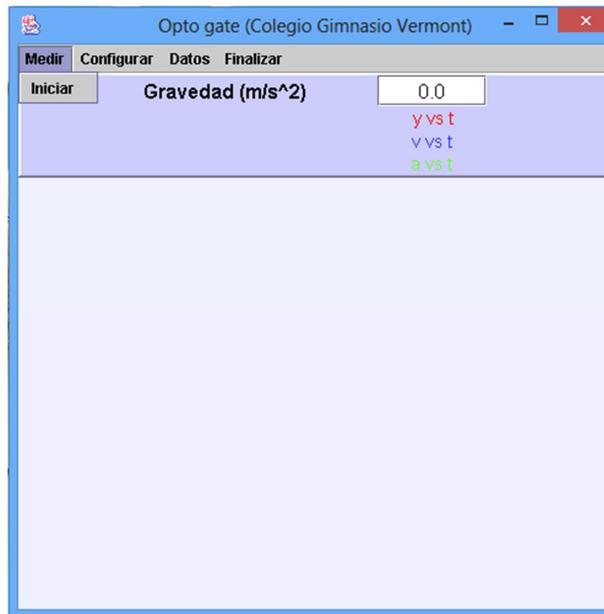
Primero debe configurar el puerto por el que va a recibir los datos, por lo tanto hacer click en el menú: **Configurar**



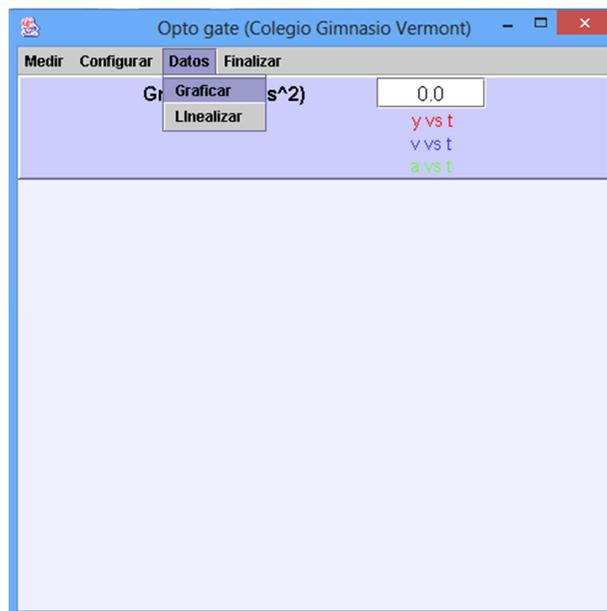
Segundo, **Escojer Puerto** apropiado según lo haya tomado el computador:



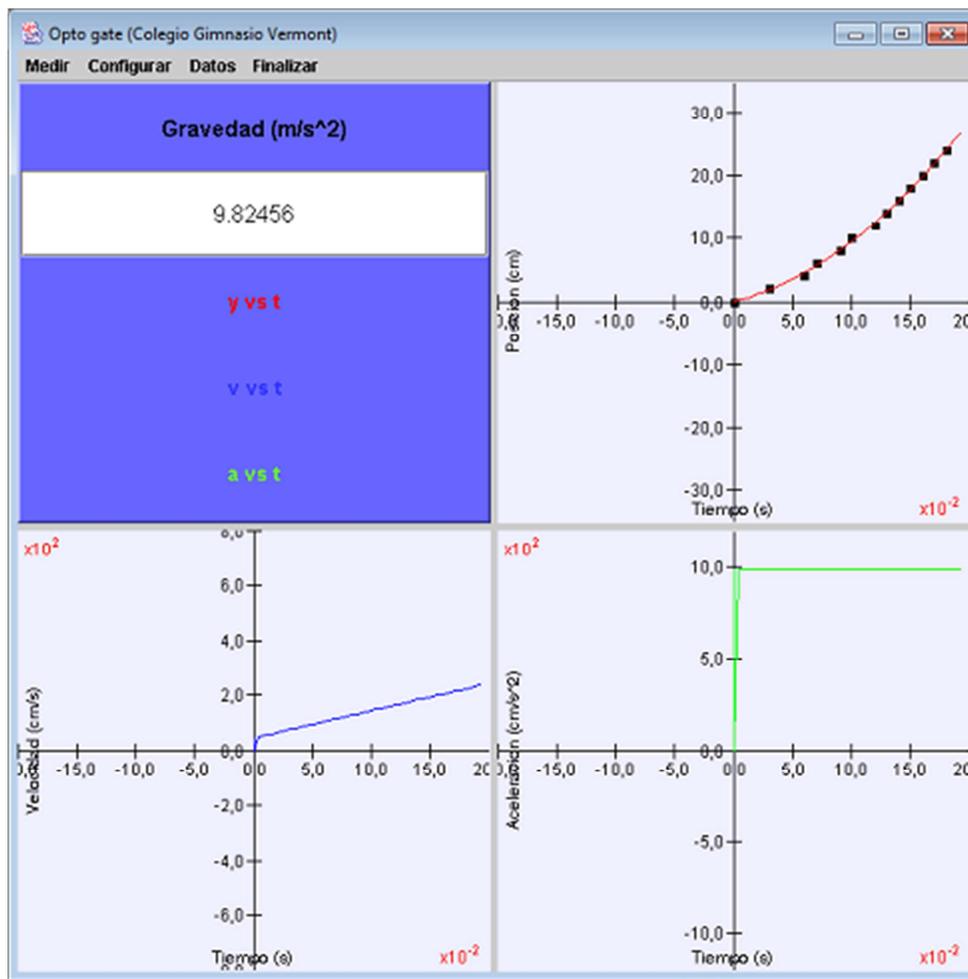
Tercero, **Medir** e **Iniciar** la toma de datos durante el experimento:



Una vez realizada la toma de datos, se pide que la interfaz realice la operación de **Graficar** los datos tomados de acuerdo con su registro.



De esta operación se obtiene un despliegue de resultados en la misma interfaz de forma gráfica, tal y como se ilustra a continuación:



Es de anotar que en el cuadrante de posición se ilustran punto a punto los datos tomados por el dispositivo, mientras que las gráficas de velocidad y aceleración se despliegan por ajuste de mínimos cuadrados de acuerdo con la ecuación respectiva.

Esta disposición de resultados permite al docente plantear diferentes discusiones desde el punto de vista analítico del fenómeno, como desde la aproximación matemática e interpretación de gráficas según las variables analizadas.

El valor medido de la aceleración se despliega de igual manera.

Bibliografía

- [1] HESTENES, David *et al.* Force Concept Inventory. Published in: *The Physics Teacher*, Vol. **30**, March 1992, 141-158
- [2] MAURI, Teresa. Algunas concepciones del aprendizaje y enseñanza escolar más habituales entre los docentes. En: COLL, César. *El constructivismo en el aula*, 19° reimpresión, 2010, 66
- [3] MAURI, Teresa. Algunas concepciones del aprendizaje y enseñanza escolar más habituales entre los docentes. En: COLL, César. *El constructivismo en el aula*, 19° reimpresión, 2010, 67
- [4] MAURI, Teresa. Algunas concepciones del aprendizaje y enseñanza escolar más habituales entre los docentes. En: COLL, César. *El constructivismo en el aula*, 19° reimpresión, 2010, 68 – 70
- [5] MAURI, Teresa. Algunas concepciones del aprendizaje y enseñanza escolar más habituales entre los docentes. En: COLL, César. *El constructivismo en el aula*, 19° reimpresión, 2010, 71
- [6] ROMER, Fabiola: “APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y CONSTRUCTIVISMO”. *Temas para la educación*. N°3 (Julio de 2009) p. 1-2
- [7] ROMER, Fabiola: “APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y CONSTRUCTIVISMO”. *Temas para la educación*. N°3 (Julio de 2009) p. 4-5
- [8] Fernández Y, Guariste M, Correa P. “*Medición de la aceleración de la gravedad mediante un sistema fotosensor-placa detectora*”. Disponible en la web: <http://users.exa.unicen.edu.ar/catedras/fisexp1/files/2010%202-Fernandez-Guariste-Correa-CaidaLibre-Informe.pdf>
- [9] “*GUIAS UNICAS DE LABORATORIO DE FISICA I. MOVIMIENTO EN UNA DIMENSION. CAIDA LIBRE*”. Disponible en la web: <http://www.usc.edu.co/laboratorios/files/CAIDA%20LIBRE.pdf>
- [10] Caída libre. Disponible en la web: www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab04.pdf

- [11] Pérez García J, Martínez González A. "GUÍA DE LABORATORIO. TÉCNICAS EXPERIMENTALES" Disponible en la web: <http://www.uv.es/gradofis/w3pie/castellano/serv/laboratorios/guialab-memo.pdf>
- [12] Agudelo J, García G. "Aprendizaje significativo a partir de prácticas de laboratorio de precisión". Disponible en la web: dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=3694950
- [13] "PRÁCTICAS DE LABORATORIO 4º ESO" Disponible en la web: http://chopo.pntic.mec.es/jmillan/laboratorio_4.pdf
- [14] Munguía H, Pérez R. "MULTICRONOMETRO CON INTERFASE A PC PARA EXPERIMENTOS DE MECÁNICA" Disponible en la web: didactica.fisica.uson.mx/~rpereze/respaldo/Textos/Multicrono.pdf
- [15] S.J.Taylor, R. Bogdan. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Tercera edición. 2000: Paidós.
- [16] L.S. Vygotsky. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. (1979). Barcelona: Crítica.
- [17] P.Rabardel. Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains. 1995. París: Armand Colin.
- [18] M.Artigue Le logiciel DERIVE commerévélateur de phénomènes didactiques liés à l'utilisation d'environnements informatiques pour l'apprentissage. (1997). *Educational Studies in Mathematics*, 33/2, p133-169
- [19] D. Guin, I. Trouche. The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments. The Case of Calculators. (1999) *International Journal of Computers for Mathematical Learning* vol.3 (3), p195-227.
- [20] J. B. Lagrange, L'intégration des instruments informatiques dans l'enseignement: une approche par les techniques. (2000/01). *Educational Studies in Mathematics* 43 (1) p1-30.
- [21] Borba, M., & Villarreal, M. (2005). *Humans-with-Media and the reorganization of mathematical thinking*. New York: Springer.
- [22] Villa-Ochoa, J., & Ruiz, M. (2010). Pensamiento variacional: Seres-humanos-con-GeoGebra en la visualización de noción variacional. *Educação matemática pesquisa*, 514 - 528.

-
- [23] Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- [24] Villa-Ochoa, J. A. (2011). Raciocínio “covariacional”: O caso da função quadrática. Anais da XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática. Recife: Comité Interamericano de Educação Matemática.
- [25] ALVES-MAZZOTI, Alda Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.