



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DISEÑO DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS MEDIANTE EL USO DE
SOFTWARE DE APLICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA
DE LA FÍSICA A NIVEL BACHILLERATO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

F Í S I C A

P R E S E N T A :

MÓNICA MENDOZA SÁNCHEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DIRECTOR DE TESIS
DR. HECTOR GERARDO RIVEROS ROTGE

2005

m. 349003



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Acuerdo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Mónica Mendoza Sánchez

FECHA: Octubre 3, 2005.

FIRMA: Mónica Mendoza S.

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Diseño de estrategias didácticas mediante el uso de software de aplicación para la enseñanza de la física a nivel bachillerato"

realizado por Mendoza Sánchez Mónica

con número de cuenta 08807013-5 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Física.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dr. Héctor Gerardo Riveros Rotge

Propietario M. en C. Norma Patricia Martínez Falcón

Propietario Fís. Jorge Andrade Herrera

Suplente Fís. Héctor Covarrubias Martínez

Suplente Dra. María del Pilar Segarra Alberú

Consejo Departamental de



Alicia Zarzosa Pérez
M. EN C. ALICIA ZARZOSA PÉREZ

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

*A David....
porque juntos hemos
encontrado nuevos caminos.*

*Para Andrés...
que me permite conocer
otro mundo de emociones.*

*A mis padres por
encaminar mi vida.*

*Para Mary, Ale y Gabo...
porque sus manos
son un apoyo fuerte.*

Introducción	5
-------------------------------	----------

Capitulo I

Estrategia Didáctica	9
---------------------------------------	----------

Capitulo II

Actividades didácticas	13
---	-----------

Promedios e incertidumbres	10
--------------------------------------	----

Caída libre	16
-----------------------	----

Movimiento de proyectiles	23
-------------------------------------	----

Conservación de la energía	28
--------------------------------------	----

Ondas	34
-----------------	----

Capitulo III

Conclusiones.	51
------------------------------	-----------

Referencias	53
------------------------------	-----------

Apéndices	55
----------------------------	-----------

La intención de este trabajo es hacer una propuesta de actividades donde se desarrollen temas correspondientes a los programas de Física del Bachillerato de la UNAM y se incorpore el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Existen varias razones que motivaron el desarrollo de este trabajo. Una de ellas es coadyuvar en el proceso de actualización de estrategias en la enseñanza y promover la preparación de maestros y alumnos para un mundo donde las tecnologías de la información conforman la base de la comunicación entre la gente.

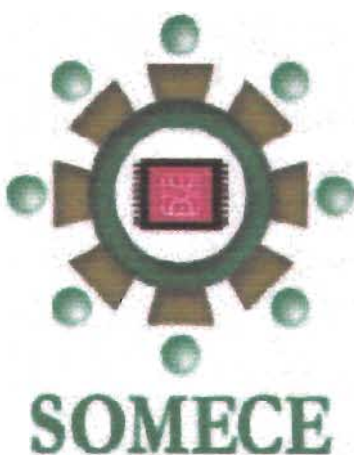
El desarrollo de las TIC ha tenido efectos en el desempeño profesional, el ámbito empresarial y en la vida personal de la mayoría de los habitantes del mundo. La revolución informática llegó y con ella está cambiando la manera de comunicarse, hacer negocios, comprar artículos, hacer pagos, jugar, aprender, etcétera. Y aunque estos cambios parecen ya parte de nuestro andar cotidiano, en el ámbito escolar la situación es diferente. Para la mayoría de los profesores, y en particular los de nivel medio superior, el uso de las TIC en los laboratorios (como sistemas de toma de datos, cámaras digitales, video, análisis de datos por computadora, software de aplicación, Internet, etcétera) todavía no forma parte importante en el desarrollo de sus actividades.

Hoy en día todos los sistemas escolares reconocen la necesidad de disponer laboratorios con recursos tecnológicos para el estudio de las ciencias experimentales. La tecnología permite, mediante videos, programas de aplicación, demostraciones y simulaciones digitales, realizar actividades de laboratorio de una manera "directa", pero sin la



complejidad que supone el manejo de equipo más anticuado. Sin embargo, existen muy pocas escuelas que tienen estos recursos a su alcance, y sólo algunas están equipadas adecuadamente, o bien, prefieren evitar los riesgos de su utilización. Existen algunas escuelas donde (desde un punto de vista muy particular) a pesar de que cuentan con la infraestructura y material adecuado, el personal docente carece de opciones o estrategias que permitan incorporar las TIC de manera más sencilla a sus actividades docentes.

Preocupados por esta situación, diversas dependencias de la UNAM, investigadores de diferentes áreas y profesores de tiempo completo, realizan esfuerzos para hacer llegar nuevas ideas que apoyen el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, integrando las TIC a través de cursos, talleres , diplomados y congresos.



La Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE) se fundó en 1986, y desde entonces es reconocida como una organización educativa y profesional dedicada a promover la calidad en la educación en todos sus niveles y modalidades con el apoyo de las TIC. Para esto organiza una serie de actividades como: Simposio Internacional de Computación en Educación, conferencias y videoconferencias, mesas redondas, grupos de discusión, seminarios de análisis conceptual, etcétera.

En la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA) desde el año 2002, se imparte el diplomado “Usos didácticos de las herramientas informáticas” dirigido a profesores de educación básica. El propósito del diplomado es brindar una visión diferente del uso didáctico de las computadoras para la enseñanza de contenidos escolares. Además ofrece a los maestros elementos didácticos para aprender a diseñar proyectos educativos donde la computadora, el Internet y el software de aplicación, son herramientas que permiten a los alumnos desarrollar diferentes habilidades y adquirir diversos conocimientos (Kriscautzky, 2002).



En la Facultad de Ciencias de la UNAM, en el año de 2004 se inició el Diplomado “La experimentación digital un nuevo enfoque en la enseñanza de la física (LED)” que tiene el objetivo de actualizar a los profesores de física del nivel medio superior en los nuevos enfoques de la enseñanza de la Física. Durante el diplomado los profesores conocen y utilizan equipos experimentales y dispositivos de adquisición de datos (sensores y vídeo

digital) para la realización de experimentos de Mecánica, Termodinámica, Electricidad y Astronomía. Además se ejercitan en el uso de la hoja de cálculo y en la programación en lenguajes Basic y/o C para la comunicación con sensores y análisis de datos experimentales. Al final se espera que los profesores hayan adquirido técnicas experimentales y herramientas didácticas para que diseñen sus propios materiales didácticos y los utilicen con sus alumnos.

Existen también libros publicados que promueven el uso de las nuevas tecnologías en los laboratorios de física. Tal es el caso del libro "*Física re-Creativa*" (Gil S., Rodríguez E., 2001) que presenta la descripción de una serie de prácticas de laboratorio relacionadas con mecánica, electromagnetismo, termodinámica, etcétera; las cuales están orientadas a estudiantes universitarios. En estas actividades experimentales se utilizan diferentes recursos tecnológicos principalmente diferentes tipos de transductores y multímetros que se conectan a la computadora para registrar diferentes magnitudes físicas, así como equipo propio de un laboratorio de física. Otro libro es "*Fislets, Enseñanza de la Física con material Interactivo*" (Esquembre, et al, 2004) que contiene una serie de animaciones o applets¹ que ilustran numerosos fenómenos físicos. El libro detalla las características de estas animaciones y hace una descripción de la teoría física que involucran los applets.

Como se vislumbra, las propuestas que se están desarrollando al respecto van en aumento. Y es que la integración de las TIC para apoyar los procesos de enseñanza de las ciencias tienen al parecer un alto potencial de desarrollo en los alumnos. Quienes están de acuerdo con ellas afirman que estas tecnologías, utilizadas adecuadamente tienen la capacidad de:

- Presentar los contenidos curriculares a través de múltiples medios y canales.
- Motivar e involucrar a los estudiantes en actividades de enseñanza-aprendizaje.
- Proporcionar representaciones gráficas de conceptos y modelos abstractos.
- Mejorar el pensamiento crítico y otras habilidades y procesos cognitivos superiores.
- Posibilitar el uso de la información adquirida para resolver problemas y para explicar los fenómenos del entorno.
- Permitir el acceso a la investigación científica y trabajar con bases de datos reales.
- Ofrecer a maestros y estudiantes una plataforma a través de la cual se comuniquen con compañeros y colegas de lugares distantes (Waldegg, 2002).

El panorama es prometedor, sin embargo nada garantiza que la simple introducción de las TIC en las aulas solucione los problemas que existen en la enseñanza de las ciencias, en particular de la física; no se debe olvidar que las TIC sólo son un recurso más que

¹ Los applets son pequeños programas escritos con comandos de Java. Los Fislets son applets desarrollados para mostrar diferentes fenómenos físicos y apoyar la enseñanza de la física.

apoya la actividad docente del profesor y que su verdadero valor radica en la manera como los maestros se acerquen a buscar nuevas herramientas tecnológicas y estrategias didácticas que los apoyen para desarrollar nuevas formas de trabajo con sus alumnos.

Por estas razones, este trabajo no solamente introduce el uso de las TIC, también hace una propuesta didáctica que ayuda al profesor a orientar sus esfuerzos en el diseño de actividades. Basadas en la realización de proyectos de investigación en el aula, en el trabajo en equipo y en la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, como una alternativa en la enseñanza de los contenidos de Física de nivel medio superior.

El trabajo de tesis lo componen tres capítulos. El primer capítulo hace referencia a las características didácticas de la estrategia y se definen los momentos de enseñanza que la componen. La estrategia didáctica propuesta se compone de dos etapas de desarrollo, una se refiere a la planeación de la actividad y la otra a la ejecución de la actividad en el laboratorio. Para planear la actividad se hace un análisis previo de la situación e intereses del grupo, se definen los objetivos específicos de la actividad de acuerdo con el plan de estudios, se describen los materiales como los recursos tecnológicos que se van a utilizar y se describe la organización de los alumnos. La etapa de ejecución está constituida por la consigna, el desarrollo y cierre de actividad.

En el capítulo 2 se describe la implementación de la estrategia didáctica a cinco actividades concretas del laboratorio de física. Las actividades propuestas intentan ilustrar fenómenos físicos relacionados con las unidades de Introducción al curso y la relación de la física con el entorno social, del primer año de bachillerato y, Mecánica y Acústica del tercer año. Las actividades están planeadas de tal modo que los alumnos al realizarlas se percaten del proceso que implica realizar una investigación donde, el uso de las TIC constituye un recurso que permite la observación de fenómenos físicos y facilita el análisis de datos experimentales en el laboratorio de física.

Las TIC que se utilizan durante las actividades experimentales son la hoja de cálculo, para graficar y analizar datos; el editor de imágenes, para analizar fotografías de los fenómenos; la cámara digital como instrumento para capturar el movimiento, un sensor de movimiento que permite registrar la trayectoria de un objeto y por último se utiliza una serie de simuladores que se encuentra en un sitio de Internet para abordar el tema de Ondas.

En el capítulo 3 se encuentran las reflexiones finales sobre el desarrollo de esta tesis.

Por lo general, el profesor enfrenta el problema de cómo enseñar los contenidos del programa del curso que imparte, en función del tiempo y los recursos disponibles. Para resolverlo echa mano tanto de sus experiencias pasadas durante su vida estudiantil como del amplio bagaje de estrategias de enseñanza que ha desarrollado durante su vida profesional. Estas herramientas suelen ser efectivas para él pues le permiten diseñar y planificar sus actividades de clase.

Existen diferentes tipos de estrategias; las más mencionadas en el ámbito educativo son las estrategias de enseñanza y las estrategias de aprendizaje. Ambas se encuentran involucradas en la búsqueda del aprendizaje. Algunos autores definen a *las estrategias de enseñanza* como los procedimientos (conjunto de pasos, operaciones o habilidades mentales) que el profesor utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes en los alumnos (Mayer, 1984; Shuell, 1988; West, Farmer y Wolf, 1991; citados en Díaz-Barriga, 2004); así mismo, Ramón Ferreiro (2003) las define como los medios o recursos utilizados por los diseñadores de materiales educativos para lograr una enseñanza de calidad, empleando las nuevas tecnologías .

Las estrategias de aprendizaje son procedimientos que un educando emplea en forma consciente, controlada e intencional como instrumentos flexibles para aprender y solucionar problemas. (Díaz Barriga, Castañeda y Lule, 1986; Gaskins y Elliot, 1998; citados en Díaz-Barriga, 2004).

Partiendo de que la enseñanza es un proceso social en el que intervienen al menos dos: el que aprende y el que enseña, es necesario contar con modelos que permitan conjuntar armónicamente estos dos actores y fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las estrategias didácticas cumplen con esta función.

Las estrategias didácticas son el sistema de acciones y operaciones, tanto físicas como mentales, que facilitan la confrontación (*interactividad*) del sujeto que aprende con el objeto de conocimiento, y la relación de ayuda y cooperación con otros colegas durante el proceso de aprendizaje (*interacción*) para realizar una tarea o actividad. No son meras acciones observables que denotan lo que hace un grupo de alumnos durante la lección; son además, aquellas acciones que inducen una determinada actividad mental del alumno que lo hace realmente *aprender* (Ferreiro R. 2003).

Por ello, este trabajo propone una estrategia didáctica que apoye al profesor a orientar sus esfuerzos en el diseño de actividades basadas en la realización de proyectos de investigación en el aula, en el trabajo en equipo y en la incorporación de las TIC, como una alternativa en la enseñanza de los contenidos de Física de nivel medio superior. Se espera que los profesores consideren la propuesta para enriquecer sus actividades en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para elaborar la estrategia se tomaron en cuenta diferentes propuestas didácticas. Una de ellas es la que propone el diplomado “Usos didácticos de las herramientas informáticas”; que sentó las bases para desarrollar material didáctico de la materia de informática a nivel básico y medio superior del Colegio Francés del Pedregal; con este material se trabajó durante dos años y los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios. Concretamente el material que se adaptó y modificó para ajustarlo a los requerimientos que exigen los contenidos del nivel bachillerato es un formato que facilita la planeación de las actividades escolares. El material original se encuentra en el apéndice A.

La otra propuesta que se consideró, se discute en el curso para profesores¹ “Cómo mejorar mi clase de Física”; el cuál está dirigido a profesores de física del nivel medio y medio superior, y plantea que la enseñanza de la física debe enfocarse a la búsqueda de fenómenos que motiven la curiosidad y las habilidades de pensamiento en los alumnos, así como analizar críticamente la información, interpretar datos y obtener conclusiones.

A partir de estas experiencias, se decidió conjuntar parte del material del diplomado y del curso a profesores para plantear una estrategia didáctica cuya función principal es mostrar a los docentes una opción para diseñar sus actividades de laboratorio considerando las tecnologías de la información y comunicación que hay en el mercado y que son de fácil adquisición y manejo.

En el modelo que a continuación se describe pueden identificarse dos etapas de desarrollo; la primera se refiere a la planeación de la actividad y está constituida por un análisis previo, los objetivos específicos, el planteamiento del problema e hipótesis, los materiales y la organización del grupo. La segunda corresponde a la realización de la actividad y está formada por la consigna, el desarrollo y cierre de la actividad.

1. Análisis previo. Se refiere a la situación general en la que se desarrollará la actividad experimental. Aquí se presentan el objetivo y los contenidos generales que se persiguen con el experimento; así como las características o dificultades más frecuentes que presenta la población estudiantil sobre los conceptos que se manejan en la actividad.

¹ Curso impartido por el Dr. Héctor Gerardo Riveros Rotge del Instituto de Física de la UNAM.

Por otro lado se especifica a qué población de alumnos está dirigida y la unidad a la que pertenece la actividad, como el tiempo estimado para la ejecución del experimento.

Los contenidos hacen referencia a los conocimientos o habilidades que los alumnos desarrollan durante la ejecución de la actividad. Dichos conocimientos deben ser congruentes con los descritos en el programa operativo de la asignatura de física. En forma análoga se describen los contenidos del recurso tecnológico utilizado.

Las características de la población se refieren a los conocimientos básicos (previos) que requiere el estudiante para realizar la actividad. Las dificultades se relacionan con la situación que enfrenta el estudiante al realizar la actividad tales como: concepción errónea de términos, falta de habilidad para manipular instrumentos, interpretar datos, etcétera.

2. Objetivos específicos. En esta sección se plantean a través de enunciados los efectos que se pretenden conseguir en el aprendizaje de los alumnos, al finalizar una experiencia, sesión, clase o ciclo escolar (Díaz-Barriga, 2004). Es importante no confundir los objetivos con las actividades o productos que los alumnos realizarán. (Kriscautzky, 2002).

3. Planteamiento del problema e hipótesis. Es la pregunta fundamental que motiva la investigación experimental a realizar por los alumnos y que será contestada una vez que hayan realizado la experimentación. El planteamiento del problema requiere de una especial atención por parte del docente, pues debe ser consciente de las posibilidades del material y equipo del laboratorio, así como de las habilidades de sus estudiantes. Con base en estas condiciones, el profesor debe presentar a sus estudiantes opciones de fenómenos físicos relacionados con los temas de una unidad, y permitir que elijan alguna de estas opciones. Una vez seleccionado el fenómeno que más les interesa, el profesor debe cuestionarlos acerca del tipo de información que pueden extraer del fenómeno, escuchar las propuestas de los alumnos y guiar la discusión con el fin de llegar a plantear el problema. El maestro debe ser capaz de traducir las sugerencias de sus alumnos en preguntas que lleven al planteamiento del problema y posteriormente al planteamiento de la hipótesis.

La discusión para definir la pregunta de investigación así como el planteamiento de la hipótesis debe llevarse a cabo en sesiones previas a la realización de la actividad de laboratorio. Dependiendo de los propósitos del profesor la hipótesis puede ser planteada en grupo o en equipo.

4. Materiales. En esta parte se enumeran los recursos que se van a utilizar para realizar la actividad, como instrumentos de medición, equipos electrónicos y de cómputo, software, fuentes de información, etcétera.

5. Organización. Aquí se describe la forma como se organiza el grupo para realizar la actividad experimental. Cuando la actividad consista de varias etapas se explica que tarea se realizará en cada una.

6. Consigna. Es la explicación que da inicio a la actividad en el laboratorio.

7. Desarrollo. Describe en forma general el procedimiento a seguir para ejecutar la actividad experimental. Durante el desarrollo se hacen comentarios y sugerencias que permiten al profesor tener un mayor control sobre los recursos tecnológicos que se utilizan en el experimento.

8. Cierre de actividad. Es el momento para discutir con los estudiantes los resultados obtenidos y escuchar las conclusiones a las que llegaron, con el fin de verificar la hipótesis. Es el momento para discutir y motivar a la reflexión sobre el experimento realizado e identificar las posibles fuentes de error en el procedimiento experimental realizado por algunos alumnos. Para guiar esta discusión, en cada una de las actividades se listan una serie de preguntas que el profesor debe compartir con sus estudiantes. Una formulación cuidadosa de éstas, permitirá averiguar la profundidad de comprensión que tuvieron los estudiantes de la situación experimental que resolvieron, así como de los conceptos relacionados.

Reporte de actividad. Los alumnos deben entregar un reporte de actividad que permitirá evaluar una parte de los contenidos de aprendizaje involucrados. El cierre de actividad está íntimamente relacionado con el reporte, ya que de esta discusión los estudiantes tomarán los aspectos relevantes para realizar su reporte de actividad y en particular las conclusiones. Las conclusiones son parte importante del reporte, es donde los educandos dan respuesta al planteamiento del problema y verifican la congruencia de sus resultados experimentales con la hipótesis planteada.

Evaluación. La evaluación juega un papel básico en todo proceso de enseñanza-aprendizaje; aunque en este trabajo no se presenta una propuesta detallada de la evaluación, se recomienda seguir algunos lineamientos sugeridos por la Universidad Nacional Autónoma de México² que servirán de apoyo para realizar este proceso. Los aspectos que deben tomarse en cuenta para la evaluación son los aprendizajes de contenidos declarativos, procedimentales y actitudinales.

² Manual del curso-taller "Evaluación del Aprendizaje Escolar" impartido por Francisco Javier Castillo Basurto. Colegio Francés del Pedregal, México, D.F., agosto de 2004.

Las actividades que a continuación se proponen están en su mayoría enfocadas a los contenidos del programa de estudios de Física IV, de la Escuela Nacional Preparatoria o asignatura equivalente de los diferentes sistemas de enseñanza media superior. Sin embargo, se presenta una actividad que tiene contenido del cuarto grado de preparatoria; con la finalidad de mostrar a los alumnos del primer curso de física (Física III) la metodología que se debe seguir cuando se realiza una actividad de investigación. En esta misma actividad se revelan algunas de las limitaciones propias de los procesos de medición, y se ahonda en el significado del concepto de incertidumbre, el cual está asociado intrínsecamente a cualquier medición experimental.

El nombre de las actividades que se plantean en el presente capítulo son:

- ✦ Promedios e incertidumbres.
- ✦ Caída libre.
- ✦ Movimiento de proyectiles.
- ✦ Conservación de la energía.
- ✦ Ondas.

Las actividades se desarrollaron siguiendo la propuesta que se describió en el capítulo anterior con excepción de la última, "Ondas". Como es una actividad diseñada para apoyar al profesor en la clase de teoría, se omitió únicamente el apartado referente al planteamiento del problema. También se agregó un resumen a todas las actividades.



"Todo se retrasa – una milésima de segundo aquí, una millonésima de segundo allá – tendremos que arreglar esta maldita cosa".

Actividad 1. “Promedios e incertidumbres”

Resumen

Durante esta actividad los alumnos determinan cómo varía la estatura con la edad de niñas que tienen una edad entre 5 y 16 años. Para obtener los datos (estaturas) los alumnos se organizan en equipos y realizan una investigación de campo a escuelas y sitios públicos donde miden a niñas de diferentes edades. Una semana después, en el laboratorio de física, organizan todos los datos en la hoja de cálculo electrónica para analizarlos y obtener una gráfica que muestra cómo varía la estatura con la edad.

1. Análisis previo

Esta actividad se propone para iniciar la primera unidad del programa de Física III “Introducción al curso y la relación de la física con el entorno social”. La intención principal es introducir a los estudiantes en los procesos de medición y registro de datos, además, de mostrar que la computadora es una herramienta eficaz y adecuada para el manejo estadístico y gráfico de datos. Es una actividad con la que inician el uso de la computadora y en particular, comienzan a manipular la hoja de cálculo electrónica. Por ello, en la parte correspondiente al desarrollo se van definiendo algunas herramientas que los estudiantes van utilizando.

Para realizar la actividad experimental es recomendable que los alumnos conozcan los conceptos de valor promedio, máximo error posible e incertidumbres; sin embargo, para homogeneizar conocimientos, se agrega un texto que servirá de auxiliar para explicar estos conceptos. Por otro lado es frecuente hallar que cuando se expone este tema, los alumnos presenten algunas dificultades de comprensión o habilidad para manejar algunos instrumentos. Entre las más comunes se encuentran: no distinguen por qué el promedio está mal calculado cuando éste excede el valor más alto de los datos promediados; carecen de habilidad para organizar datos y construir tablas; no saben cómo interpretar la incertidumbre del valor reportado; no tienen un manejo adecuado del flexómetro o instrumentos de medición.

Para apoyar a los estudiantes a resolver estas dificultades, la actividad que se presenta tiene las siguientes características: presenta el contenido físico relacionado con una situación cotidiana. Presenta una tarea simple (medir longitudes) para mostrar a los alumnos las precauciones que deben tener al utilizar un instrumento de medida. Introduce

a los estudiantes al uso de las computadoras y la hoja de cálculo electrónica de manera gradual para organizar y facilitar la interpretación de datos y gráficas.

Durante la ejecución de la actividad los contenidos generales que los alumnos manejan son: procesos de medición; significado del valor promedio; el máximo error posible (MEP) e interpretación de la incertidumbre y manejo estadístico y gráfico de datos. Por otra parte los alumnos también conocen algunas características del software que utilizan, por ejemplo, que una hoja de cálculo electrónica se divide en columnas y renglones; que una celda es la intersección de una columna y un renglón y que además está identificada; igualmente aprenden a utilizar los principales comandos, los menús, las barras de herramientas y algunas funciones que tiene la hoja de cálculo.

2. Objetivos específicos

Que los alumnos:

- ⓐ Determinen cómo varía la estatura con la edad de niñas en un intervalo de 5 a 16 años a través de una gráfica de barras de la hoja de cálculo electrónica.
- ⓑ Calculen el promedio y el máximo error posible de una muestra de datos.
- ⓒ Identifiquen el promedio como el valor que caracteriza un conjunto de datos.
- ⓓ Reconozcan el máximo error posible como una medida de dispersión de datos.

3. Planteamiento del problema

¿Cómo varía la estatura de niñas con la edad?

4. Materiales

El pizarrón, datos de los equipos, flexómetro, computadora y hoja de cálculo electrónica.

5. Organización

Los alumnos trabajarán en equipos de tres o cuatro personas. El grupo decidirá si la población de trabajo es de niños o niñas (para este caso se midieron niñas). Cada equipo realizará una investigación de campo en escuelas o sitios públicos para medir a diez niños o niñas de dos diferentes edades (dependiendo del número de equipos) y coleccionar los datos necesarios. Los estudiantes deberán obtener los datos durante la semana que separa la primera y segunda sesión de laboratorio. Al menos dos estudiantes por equipo deben tener los datos en su cuaderno.

6. Consigna

Hoy vamos a recordar algunos conceptos que, en cualquier campo de la ciencia, son utilizados para analizar datos experimentales; por ejemplo, ¿cómo creen que se obtiene el valor de la temperatura característica de una ciudad en el invierno o en el verano? o ¿cómo se determina si el crecimiento de un niño es adecuado para la edad que tiene?

Estos conceptos son el promedio y la incertidumbre. Hoy vamos a discutir cómo se calculan y qué significado tienen a partir de un ejemplo.

7. Desarrollo

Sesión 1. El profesor inicia con un ejemplo para activar o explorar los conocimientos previos (valor promedio, máximo error posible e incertidumbres). Esta discusión inicial los lleva a sugerir ejemplos que los conduce a plantear el problema de investigación y dar una hipótesis. En el apéndice B se encuentra un ejemplo desarrollado.

Sesión 2. Es conveniente que al iniciar siempre una sesión de laboratorio el profesor le recuerde a sus estudiantes cuál es el problema a resolver y lo escriba en el pizarrón; así en todo momento los alumnos tendrán a la vista el objetivo de la sesión. De igual manera se recomienda que en las primeras sesiones de laboratorio se haga una lista del procedimiento que seguirán para conseguir dicho objetivo. Por ejemplo, para la actividad que se desarrolla se tienen que realizar cuatro tareas: 1º Hay que organizar los datos de todos los equipos en una tabla de la hoja de cálculo. 2º Calcular los promedios de cada edad y calcular el máximo error posible. 3º Hacer otra tabla con las edades y los valores promedio y 4º Obtener la gráfica de barras que mostrará cómo varía la estatura con la edad. Hecho esto, el profesor inicia su clase.

a) El profesor organiza a los equipos para que unos escriban los datos en el pizarrón y otros comiencen a capturarlos en la hoja de cálculo electrónica (programa que les permitirá hacer el análisis de datos). El docente explica de manera concreta lo qué es una celda (espacio donde se capturan los datos, que está definida por la intersección de una columna y un renglón o fila; y además se identifica por una letra y un número).

b) El docente pide que definan los bordes de la tabla (figura 2). Para ello seleccionan las celdas que contienen todos los datos (numéricos y alfanuméricos) y den clic al comando "bordes" localizado en la barra de herramientas "Formato" (figura 1).

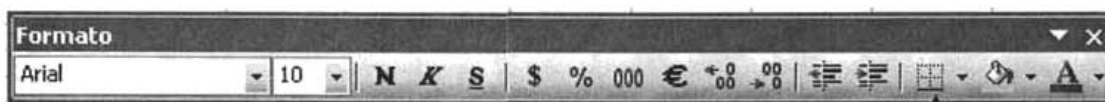


Figura 1. Barra de herramientas formato de la hoja de cálculo excel.

Comando Bordes

B14		=PROMEDIO(B3:B13)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2		5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años	12 años	13 años	14 años	15 años	16 años
3		1.10	1.21	1.23	1.35	1.37	1.41	1.51	1.56	1.54	1.60	1.62	1.64
4		1.11	1.17	1.24	1.35	1.38	1.40	1.50	1.56	1.55	1.55	1.54	1.55
5		1.11	1.23	1.25	1.30	1.39	1.45	1.50	1.58	1.64	1.61	1.70	1.56
6		1.09	1.20	1.23	1.30	1.40	1.41	1.48	1.57	1.54	1.50	1.55	1.58
7		1.10	1.22	1.26	1.18	1.36	1.42	1.49	1.43	1.59	1.55	1.60	1.62
8		1.10	1.21	1.26	1.33	1.38	1.49	1.50	1.54	1.61	1.70	1.61	1.68
9		1.08	1.19	1.25	1.28	1.32	1.50	1.45	1.58	1.63	1.53	1.53	1.67
10		1.10	1.20	1.28	1.27	1.28	1.45	1.47	1.54	1.61	1.57	1.66	1.69
11		1.05	1.23	1.28	1.33	1.30	1.43	1.53	1.65	1.60	1.56	1.56	1.65
12		1.10	1.26	1.30	1.30	1.38	1.45	1.48	1.54	1.56	1.63	1.64	1.63
13		1.15	1.22	1.25	1.28	1.25	1.47	1.50	1.65	1.56	1.63	1.60	1.66
14	Promedio	1.10	1.21	1.26	1.30	1.35	1.44	1.49	1.56	1.58	1.58	1.60	1.63
15	MEP	0.05	0.05	0.04	0.12	0.10	0.06	0.04	0.09	0.06	0.12	0.10	0.08
16	DESVEST	0.024	0.024	0.022	0.048	0.050	0.033	0.021	0.059	0.036	0.056	0.053	0.048

Figura 2. Tabla con los datos de estatura de niñas, organizados por edad.

c) Calculan el valor promedio de la columna B. Para ello dan clic a la celda B14 y escriben “=promedio(“ sin espacios como se muestra en la figura 2. Después con el *ratón* dan un clic a la celda B3 y sin soltar el botón del *ratón* se seleccionan las celdas hasta B13. Sueltan el botón izquierdo del *ratón* y dan un *enter*. La palabra “promedio” es el nombre de la función que calcula el valor promedio de una serie de datos y el símbolo de abrir paréntesis “(“ es necesario para definir las celdas que se van a promediar. Los alumnos copian o arrastran esta fórmula para la columnas C, D, E, F, G, H, I, J, K, L y M.

d) Los alumnos determinan el máximo error posible para los valores promedio. Marcan los valores más alejados del promedio; dan un clic en la celda B15, escriben el nombre de la función valor absoluto “=abs(“ , y la diferencia entre el valor promedio y el dato más alejado. Para el ejemplo la fórmula queda como: “=abs(B14-B11) “ (figura 3).

Para mejorar el análisis estadístico el profesor puede calcular la desviación estándar de los valores promedios (figura 2).

9		1.08	1.19
10		1.10	1.20
11		1.05	1.23
12		1.10	1.26
13		1.15	1.22
14	Promedio	1.10	1.21
15	MEP	=ABS(B14-B11)	0.05

Figura 3. Fórmula para calcular MEP.

e) Los alumnos construyen otra tabla (tabla 1) que contiene la edad, los valores promedio de las alturas y el MEP. Copian la fórmula que existe en las celdas promedio utilizando el comando “copiar”, de lo contrario, al existir algún cambio en los valores de la altura de la primera tabla, los valores promedio de la tabla 1 no se actualizarán.

f) Para finalizar, el profesor explica cómo graficar los datos de la tabla anterior. Pide a los alumnos que seleccionen los datos y den un clic al comando “asistente para gráficos” que se encuentra en la barra de herramientas estándar (figura 4). A continuación se despliega un cuadro de diálogo que permite construir la gráfica paso a paso. En este cuadro los alumnos eligen tipo de gráfica: “XY (Dispersión)” y definen el título y nombres de los ejes coordenados. La gráfica que resulta es como se muestra en la Gráfica 1.

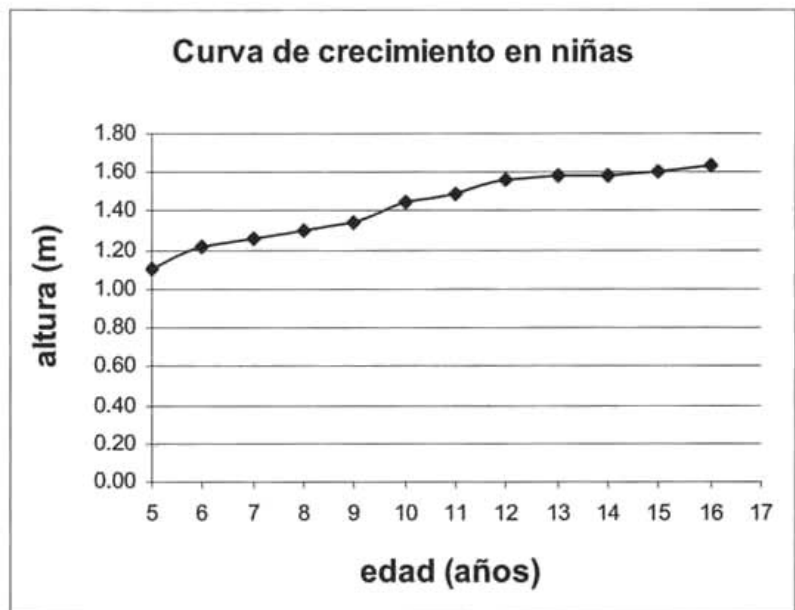


Figura 4. Barra de herramientas estándar de la hoja de cálculo excel.

Asistente para gráficos.

Edad (años)	altura (m)	Incert. (±)
5	1.10	0.05
6	1.21	0.05
7	1.26	0.04
8	1.30	0.12
9	1.35	0.10
10	1.44	0.06
11	1.49	0.04
12	1.56	0.09
13	1.58	0.06
14	1.58	0.12
15	1.60	0.10
16	1.63	0.08

Tabla 1. Datos de la edad y alturas promedio



Gráfica 1. Muestra la altura de niñas entre la edad de 5 a 16 años.

Los puntos en la gráfica son los datos experimentales y la línea que une estos puntos es solamente una forma de mostrar la tendencia de los puntos.

8. Cierre de actividad

A continuación se propone un conjunto de preguntas que podrán servir para guiar la discusión final de los estudiantes, no hay que olvidar que se debe iniciar la clase verificando la hipótesis del problema:

1. ¿Existe alguna relación entre la edad y la estatura, es decir, pueden determinar si la estatura se incrementa de igual manera para cualquier edad? Observen la gráfica.

No se incrementa de igual manera para cualquier edad; lo que se observa en la gráfica es que, para edades entre 5 y 13 años la estatura promedio aumenta de 1.10 a 1.60m y a partir de los 13 a los 16 años el incremento es más lento, tan sólo 3 ó 4 cm en promedio.

2. De acuerdo con la tabla 1, si una niña tiene una estatura de 1.27 m. ¿Qué edad esperarían que tuviera? Consideren el intervalo definido por la incertidumbre.

Existen dos posibilidades; una es que la edad de la niña sea de 7 años, porque el valor de 1.27 m se encuentra en el intervalo definido por 1.26 ± 0.04 m.; o bien 8 años, porque para esta edad el intervalo determinado de 1.30 ± 0.12 m. y 1.27 m. también pertenece a este intervalo.

3. Si ahora la edad fuera de 14 años, ¿cuál sería la estatura que le correspondería de acuerdo a la tabla 1?

La tabla indica que para 14 años la estatura de la niña se encuentra entre 1.46 y 1.70 m., el intervalo donde se encuentra la estatura de la niña es muy amplio comparado con el valor de otras edades y esto se debe al valor de la incertidumbre asociada a la edad. Es decir el intervalo tiene mayor dispersión.

4. ¿Qué pasaría si la edad de la niña es de 11 años, cuál sería su estatura?

Su estatura de acuerdo a la tabla 1 está entre 1.45 y 1.53 m, esto se obtiene considerando el intervalo definido por la incertidumbre. Si se compara con la pregunta anterior, el intervalo donde se encuentra de altura de la niña es menor y por lo tanto tiene menor dispersión.

5. ¿Para qué sirve la incertidumbre de los valores promedio?

Para determinar en qué intervalo se encuentra una medida experimental, además es una medida de dispersión del valor promedio de estatura.

Actividad 2. “Caída Libre”

Resumen

En esta actividad los alumnos analizan el movimiento de una pelota en caída libre para determinar el valor de la aceleración gravitacional (g). Para lograrlo, los estudiantes utilizan una cámara digital que les permite tomar una secuencia de imágenes del movimiento, para después analizarlas en la pantalla de una computadora. A través de un editor de imágenes determinan la distancia que recorre la pelota y con ayuda de la hoja de cálculo electrónica analizan los datos y construyen las gráficas de distancia en función del tiempo y velocidad en función del tiempo. Se realizó un experimento para probar este método y se encontró un valor de aceleración de $9.87 \pm 0.20 \text{ m/s}^2$.

1. Análisis previo

Esta actividad está diseñada para la unidad “Mecánica” del último año de bachillerato, es el primer experimento de una serie de dos. La actividad pretende, a través de un ejemplo real, mostrar a los alumnos el efecto de la aceleración gravitacional sobre el movimiento de una pelota de golf en caída libre. Para ello se requiere que los estudiantes conozcan los conceptos de distancia, velocidad instantánea, velocidad promedio, aceleración y tiempo promedio, así como la interpretación de la pendiente de la recta en la gráfica velocidad vs tiempo ($v-t$). También es recomendable que los alumnos manejen los siguientes comandos de la hoja de cálculo electrónica: insertar y copiar fórmulas, el asistente de gráficos y formato de celdas.

Cuando se analiza el movimiento rectilíneo con aceleración constante es frecuente encontrar que los estudiantes tienen algunas dificultades para distinguir entre algunos conceptos. Las más comunes son: no distinguen entre la velocidad promedio y la velocidad instantánea; se les dificulta interpretar las gráficas de movimiento; les resulta confuso que para obtener la gráfica $v-t$ se necesita la velocidad promedio y el tiempo promedio del mismo intervalo y no recuerdan que la pendiente de la recta $v-t$ representa el valor de la aceleración.

Durante el experimento los alumnos tienen oportunidad de utilizar la computadora y el software como una herramienta de análisis. Los datos obtenidos de las imágenes pueden manipularse gráficamente y analizar el movimiento a través de una hoja de cálculo para determinar las características del movimiento acelerado.

La cámara fotográfica digital que se utiliza tiene un modo de operación que permite determinar la posición y el tiempo de la pelota de una manera muy sencilla. Es una filmación que consiste en una ráfaga¹ de 16 imágenes seguidas; el intervalo de tiempo entre cada imagen es de 1/30 s. El número de imágenes y el intervalo de tiempo están definidos por la cámara.

El editor de imágenes también constituye una herramienta poderosa para obtener información del movimiento de un objeto en el tiempo. Para ello hay que recordar que estos programas ubican cada punto de una imagen por medio de un par ordenado, este punto se le llama píxel, y el programa muestra en pantalla cuál es la posición del píxel dependiendo donde se encuentre el puntero sobre la imagen. De esta manera los estudiantes conocen la posición de cualquier objeto en la pantalla.

Los contenidos generales y del recurso tecnológico que se manejan en esta actividad se numeran a continuación:

- Distancia, velocidad instantánea, velocidad promedio, tiempo promedio y aceleración constante.
- Ecuaciones de movimiento para un objeto que se encuentra en caída libre:

$$x_f = x_i + v(t_f - t_i) + \frac{1}{2} a (t_f - t_i)^2$$

$$v_f = v_i + a (t_f - t_i)$$

- La pendiente de una gráfica.
- Método para ajustar una curva de primer orden.
- Conversión de unidades, los pixeles como unidad de longitud.
- Fórmulas y operadores matemáticos.
- Los comandos: *copiar*, *asistente para gráficas* y *agregar línea de tendencia*.

2. **Objetivos específicos**

Que los alumnos:

- ☉ Identifiquen las características del movimiento real de un objeto en caída libre, es decir, la variación de la distancia con el tiempo (d-t) y la velocidad con el tiempo (v-t).

¹ En la cámara fotográfica digital se le conoce como "modo multiráfaga".

- ⊗ Reconozcan que la velocidad promedio y el tiempo promedio, de un objeto cayendo, en un intervalo deben calcularse con las ecuaciones: $\langle v \rangle = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ y $\langle t \rangle = \frac{t_i + t_{i+1}}{2}$ respectivamente.
- ⊗ Analicen las gráficas d-t y v-t para interpretar el movimiento.
- ⊗ Identifiquen la pendiente de la recta ajustada, en la gráfica v-t , con el valor de la aceleración.
- ⊗ Identifiquen el modelo matemático que describe el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.) a partir de la ecuación de la recta en la gráfica v-t.

3. Planteamiento del problema

¿Cuál es la aceleración de caída de una pelota de golf cuando es soltada desde un metro de altura?

4. Materiales

Una pelota de golf, cartulina o cartoncillo negro, cámara digital Sony Cyber-shot DSC-P72 resolución 3.2 mega pixels, software de la cámara, editor de imágenes, hoja de cálculo electrónica, cinta adhesiva, un flexómetro, y un tripié.

5. Organización

Los alumnos trabajarán en equipos de dos a tres personas para tomar las fotografías y analizar los datos. Si el material digital no es suficiente, entonces conviene que se analice sólo una fotografía o que cada equipo se turne para capturar su foto, eso dependerá de la disposición de material.

6. Consigna

Recuerden que deben determinar cuál es el valor de la aceleración cuando se suelta una pelota de golf desde un metro de altura. Para ello van tomar una fotografía que tiene la característica de mostrar varias imágenes a la vez, donde se observa cómo va cayendo la pelota; cada imagen está separada por 1/30 seg. Por lo tanto con esta fotografía sabemos la distancia que recorre la pelota y el tiempo que tarda en hacerlo. Por lo que si conocemos la distancia y el tiempo, entonces podemos calcular la velocidad, y si podemos calcular la velocidad, entonces también sabemos cuál será la aceleración, ¿cierto? Bueno, pero hoy solamente tomaremos la fotos y la próxima sesión observaremos las fotografías en la computadora para analizarlas.

7. Desarrollo

Sesión 1. El profesor debe instalar previamente el software de la cámara digital en las computadoras donde se analizarán las fotografías.

a) Los alumnos instalan el equipo (cartulinas, tripié y cámara), fijan las cartulinas a una pared y pegan a las cartulinas tres marcas (con cinta adhesiva y el flexómetro) con una separación de 50 cm. como se ilustra en la figura 1.

b) El profesor explica el procedimiento para que la cámara digital tome la fotografía en modo de ráfaga.

c) Los alumnos fijan al tripié la cámara con una orientación vertical.

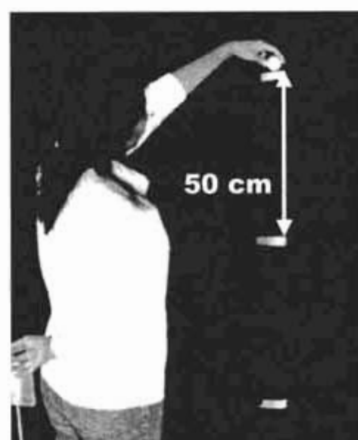


Figura 1. Distancia entre las tres marcas de cinta adhesiva.

Sesión 2. En esta sesión se analizan las fotografías en el editor de imágenes y la hoja de cálculo electrónica.

Para determinar la posición de la pelota en la imagen se coloca el puntero del ratón sobre la pelota y se observan las coordenadas del píxel que se señala. Al tomar la posición de diferentes imágenes, se debe cuidar que el puntero del ratón se ubique en la misma región de la pelota en todas las imágenes. En este caso se consideró la parte central de la pelota para determinar la posición.

Hay que comentar con los alumnos que la imagen de la pelota se ve alargada debido al procedimiento que sigue una cámara digital para capturar una imagen. Por cada imagen la cámara tarda casi 1/30 de segundo, tiempo en el cual la pelota recorre una cierta distancia.

También es necesario aclarar a los educandos que el tiempo de disparo de la cámara posiblemente no coincidirá con la posición cero de la pelota, es decir, que la primera imagen no tiene porque mostrar el momento justo en que se suelta la pelota.

a) Los alumnos determinan el número de píxeles que hay entre las marcas que definen un metro de longitud, para obtener la relación de píxeles a metros (pix/m). Para el ejemplo de la figura 2 la marca inicial corresponde a 44 píxeles y un metro corresponde a 298 píxeles, por lo que la relación es 254 píxeles en un metro o 254 pix/m.

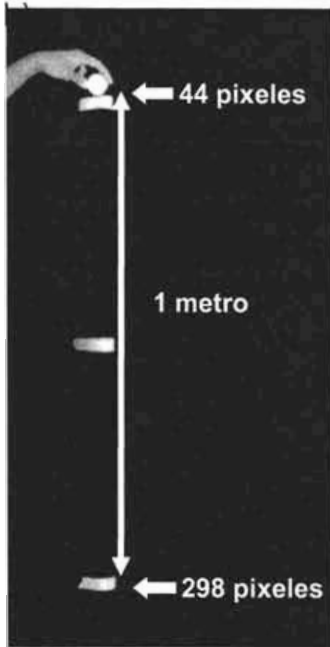


Figura 2. Análisis de la imagen 1 para determinar el número de píxeles entre las marcas que definen un metro de longitud.

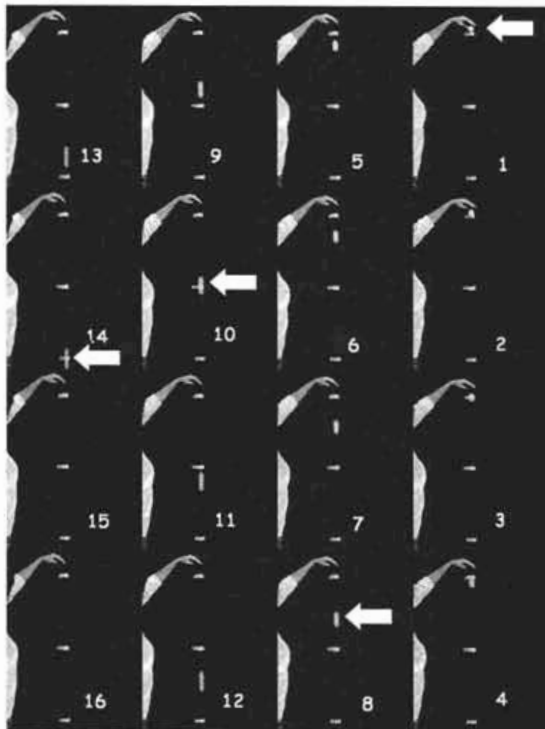


Figura 3. Fotografía digital en modo de ráfaga que despliega dieciséis imágenes separadas 1/30 de segundo. Las flechas señalan la posición de la pelota.

c) Los estudiantes construyen una tabla (figura 4) a partir de los datos del tiempo y posición que les proporciona la fotografía como la que se muestra en la figura 3.

Cada imagen está identificada con un número, la imagen 1 corresponde al tiempo inicial igual a cero, el intervalo de tiempo entre cada imagen es de 1/30 s. La posición que tiene la pelota en la imagen 1 es de 39 píxeles, considerando que la marca inicial se encuentra a 44 píxeles, entonces la distancia de la pelota respecto de la marca inicial se define con la fórmula $39 - 44 = -5$ píxeles. En cada imagen la distancia de la pelota se determina respecto a la marca inicial.

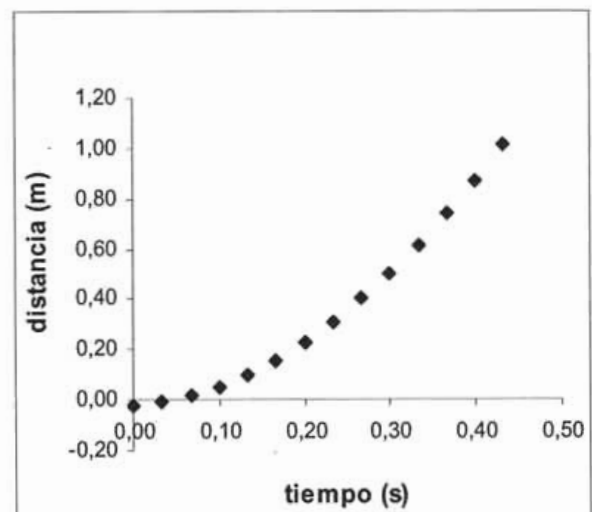
d) A partir de la relación (254 pix/m) que se encuentra en la celda B2 y los datos de la columna B, los alumnos calculan en la columna C la distancia en metros de la pelota (figura 4). Para la primera imagen la fórmula que se define en la celda C6 es: $=B6/\$B\2 o $=B6/254$. Posteriormente los alumnos copian la fórmula al resto de las celdas de la columna C. El símbolo "\$" fija la celda a la que se hace referencia en la fórmula.

B6 fx =39.44			
	A	B	C
1			
2	Conversión	254 pix/m	
3			
4	Tiempo (s)	Posición (pixeles)	distancia (m)
5			
6	0,000	-5	-0,02
7	0,033	-2	-0,01
8	0,067	4	0,02
9	0,100	13	0,05
10	0,133	25	0,10
11	0,167	39	0,15
12	0,200	58	0,23
13	0,233	78	0,31
14	0,267	102	0,40
15	0,300	128	0,50
16	0,333	156	0,61
17	0,367	188	0,74
18	0,400	222	0,87
19	0,433	258	1,02

Figura 4. Tabla con los datos del tiempo, posición en pixeles y la distancia en metros.

e) El profesor guía a sus estudiantes para obtener la gráfica (d-t). Seleccionan los datos de las columnas A y C (figura 4) y seleccionan el tipo de gráfica "XY (Dispersión)" en el asistente para gráficos de la hoja de cálculo para conseguir la gráfica 1.

Es de notar que el origen de la gráfica no coincide con el origen coordenado y esto se debe a lo que se comentó con anterioridad, que la posición cero de la pelota no coincide con el tiempo igual a cero.



Gráfica 1. Pelota de golf en caída libre. Movimiento rectilíneo con aceleración constante.

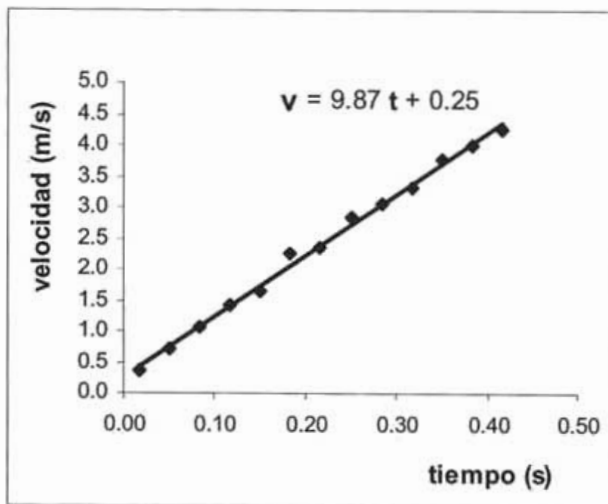
E7				
f ₆ =(C7-C6)/(A7-A6)				
	A	C	D	E
1				
2	Conversión pix/m			
3				
4	Tiempo (s)	distancia (m)	Tiempo prom. (s)	velocidad prom. (m/s)
5				
6	0,000	-0,02		
7	0,033	-0,01	0,02	0,4
8	0,067	0,02	0,05	0,7
9	0,100	0,05	0,08	1,1
10	0,133	0,10	0,12	1,4
11	0,167	0,15	0,15	1,7
12	0,200	0,23	0,18	2,2
13	0,233	0,31	0,22	2,4
14	0,267	0,40	0,25	2,8
15	0,300	0,50	0,28	3,1
16	0,333	0,61	0,32	3,3
17	0,367	0,74	0,35	3,8
18	0,400	0,87	0,38	4,0
19	0,433	1,02	0,42	4,3

Figura 5. Tabla con los datos del tiempo promedio y la velocidad promedio.

f) El profesor pide a los alumnos que grafiquen la curva (v-t) y los cuestiona para averiguar si saben qué datos necesitan para obtener la gráfica. Una vez que están de acuerdo que necesitan la velocidad promedio y el tiempo promedio entonces les pide que los calculen. La velocidad promedio se consigue con los datos de la columna A (Tiempo) y la columna C (distancia) en la celda E7 con la fórmula: $=(C7-C6)/(A7-A6)$ y se copia el resto de las celdas de la columna E (figura 5).

g) Después se calcula el tiempo promedio en la celda D7 con los datos de la columna A y la fórmula $=(A6+A7)/2$.

h) Ahora los alumnos obtienen la gráfica (v-t), seleccionan los datos de las columnas D y E (figura 5) y seleccionan el tipo de gráfica "XY (Dispersión)" en el asistente para gráficas de la hoja de cálculo para conseguir la gráfica 2.



Gráfica 2. Gráfica (v-t) de la pelota de golf en caída libre. Movimiento rectilíneo con aceleración constante.

i) Por último el maestro discute con sus estudiantes la necesidad de ajustar una recta a los puntos de la gráfica (v-t) para conocer el valor de la aceleración. Para ello el profesor indica a los alumnos cómo utilizar la opción "línea de tendencia" de la hoja de cálculo electrónica. Dan un clic con el botón izquierdo a cualquier punto de la gráfica y sin mover el cursor, accionan el botón derecho del Mouse para desplegar una ventana de opciones. Aquí los alumnos eligen la opción "Agregar línea de tendencia" y a continuación se despliega una ventana de diálogo donde escogen las opciones "Lineal" y "Presentar ecuación en la gráfica".

Existen dos opciones para calcular el valor de la aceleración. Una es a partir de la velocidad promedio y tiempo promedio de cada intervalo; y la otra es a partir de un ajuste lineal usando la línea de tendencia. En el primero caso se observa que existen fluctuaciones en el valor de la aceleración debido a las variaciones en el cálculo de las velocidades, por esto es recomendable utilizar la segunda opción.

La opción “*Agregar línea de tendencia*” es un ajuste por mínimos cuadrados que puede utilizar el profesor para ajustar diferentes tipos de curvas. Para conocer la incertidumbre de los parámetros se aplica una regresión lineal a los datos. Este análisis se encuentra en el archivo “Caida-libre.xls”, en el CD anexo a la tesis.

8. Cierre de actividad

En seguida se formulan una serie de preguntas que servirán de guía para la discusión final de los estudiantes y el profesor, se recomienda dar lectura al planteamiento del problema y a la hipótesis al iniciar la discusión.

1. ¿Qué valor de la aceleración encontraron?

El valor de la aceleración que se encontró es $9.87 \pm 0.20 \text{ m/s}^2$

2. ¿Cómo calcularon ese valor?

Con las imágenes que se tomaron se determinó la distancia que recorrió la pelota; después con los valores del tiempo y la distancia se calculó la velocidad promedio. Y a partir del ajuste lineal de la gráfica velocidad en función del tiempo promedio, se obtiene el valor de la aceleración.

3. ¿Qué tipo de curva es la gráfica d-t ; lineal o cuadrática?

La gráfica de distancia en función del tiempo es una curva cuadrática. Lineal no puede ser porque la gráfica no es una recta. Se debe comentar que no es sencillo determinar que tipo de función corresponde a curva no lineal. Es recomendable que al realizar un experimento se tenga una idea previa del tipo de función que se espera observar.

Los puntos de esta curva también pueden ajustarse por medio de la “*línea de tendencia*”a para conocer sus parámetros y observar su correspondencia con los datos experimentales

4. ¿Qué tipo de curva es la gráfica v-t? ¿qué tipo de movimiento es? ¿Por qué?

La gráfica de velocidad en función del tiempo es una recta con pendiente positiva, lo que significa que el cambio de velocidad es proporcional al tiempo. Por lo tanto el movimiento es con aceleración constante y la pendiente es el valor de la aceleración.

5. ¿Cómo sería la gráfica v-t si la velocidad fuera constante?

Una recta con una pendiente igual a cero.

6. ¿Qué relación existe entre la ecuación de la recta v-t y la ecuación $v_f = v_i + a(t_f - t_i)$?

Para responder se recomienda poner a la vista de los alumnos la ecuación teórica $v_f = v_i + a(t_f - t_i)$ y la ecuación experimental que obtuvieron $v = 9.87 t + 0.25$ y permitir que lo alumnos relacionen los términos.

7. ¿Es válido suponer que la fricción con el aire no afectó el movimiento? ¿Por qué?

Sí es válido suponer que la fricción con el aire no afectó el movimiento acelerado de la pelota ya que el valor de la aceleración es constante en todo el movimiento y es precisamente el valor de la aceleración gravitacional.

Actividad 3. “Movimiento de proyectiles”

Resumen

Los alumnos estudian el movimiento de un dispositivo mecánico que dispara al mismo tiempo un proyectil en dirección horizontal y otro en caída libre. Para conseguirlo se toma una fotografía con una cámara digital y se examina en un editor de imágenes para conocer las trayectorias de los proyectiles. Se descompone el movimiento del proyectil horizontal en dos direcciones y se grafican las posiciones; se observa que el movimiento en la dirección horizontal corresponde a un movimiento rectilíneo uniforme y en la dirección vertical el movimiento es uniformemente acelerado.

1. Análisis previo

La presente actividad pertenece a la unidad de Mecánica del tercer año de bachillerato, es la segunda actividad de esta unidad. El propósito de este experimento es mostrar a los educandos que el movimiento de un proyectil puede considerarse como el resultado de combinar dos movimientos por separado, que tienen lugar simultáneamente; una componente del movimiento es en dirección horizontal que en forma ideal ocurre sin aceleración, mientras que la otra, es en dirección vertical pero con aceleración constante.

La descripción del movimiento de un proyectil en términos de dos componentes suele ser difícil de plantearse en forma convincente mediante una clase tradicional de teoría; aún cuando se apoye con numerosas ilustraciones o figuras. El estudiante promedio puede sentirse ajeno a esta realidad sobre el movimiento de proyectiles. Durante esta práctica los estudiantes pueden reafirmar los contenidos de la teoría y hacer suya la descripción de este tipo de movimiento, mediante la realización de la actividad y el análisis gráfico del movimiento a partir de los datos obtenidos por ellos mismos.

El aparato utilizado es de fácil manufactura y el uso de pelotas de plástico sólido permite que la fricción con el aire no afecte la velocidad horizontal y la aceleración vertical.

2. Objetivos específicos

Que los alumnos:

- ⊕ Analicen de manera cualitativa el movimiento de un proyectil.
- ⊕ Observen que la velocidad del movimiento horizontal es constante a través del análisis de la gráfica de movimiento.
- ⊕ Observen que la velocidad del movimiento vertical es uniformemente acelerada a través del análisis de la gráfica de movimiento.
- ⊕ Identifiquen el movimiento de un proyectil como la combinación de dos movimientos en direcciones distintas.

3. Planteamiento del problema

¿Qué pelota llega primero al piso si se disparan al mismo tiempo?

4. Materiales

Dispositivo mecánico (figura 1), una mesa, cámara digital Sony Cyber-shot DSC-P72 resolución 3.2 mega pixeles, cartulina o cartoncillo negro, editor de imágenes, hoja de cálculo electrónica, cinta adhesiva, flexómetro y tripié.

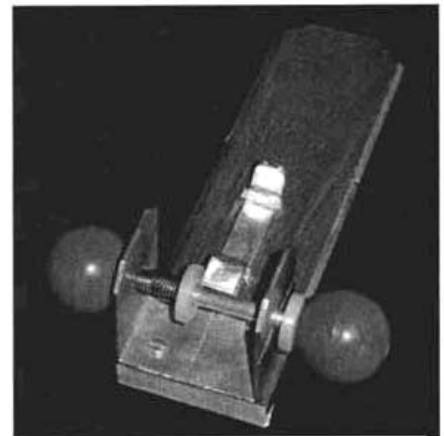


Figura 1. Dispositivo mecánico que dispara dos proyectiles en diferente dirección.

5. Organización

Los estudiantes trabajan en equipos de tres personas para tomar las fotografías y analizar los datos. Si no se cuenta con el material digital suficiente, entonces un equipo puede tomar la fotografía y por separado el resto de los equipos analizarla.

6. Consigna

Para averiguar cuál de las pelotas llega primero al piso, vamos a realizar dos pruebas, una es que suelte los proyectiles y todos miren qué es lo que pasa, y la otra es tomar una fotografía del lanzamiento de los proyectiles para mirar detenidamente qué sucede con las pelotas e investigar cómo es el movimiento de cada proyectil. ¿Alguien sabe cómo podemos estudiar el movimiento de los proyectiles?

7. Desarrollo

Sesión 1. El profesor explica a los estudiantes el funcionamiento del dispositivo mecánico y los alumnos instalan el material necesario para el experimento.

a) Los alumnos cubren la mesa con las cartulinas y fijan a la orilla de la mesa el dispositivo mecánico. Con el flexómetro miden la distancia del suelo a la mesa donde se encuentra el dispositivo mecánico y colocan marcas que servirán de referencia cuando analicen las imágenes.

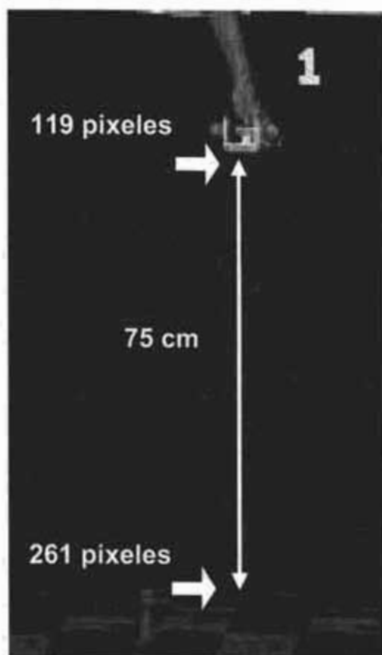


Figura 2. Distancia del suelo a la mesa donde se encuentra el dispositivo mecánico.

El profesor explica el funcionamiento de la cámara y la fija al tripié para que inicien las pruebas del lanzamiento de los proyectiles y la captura de imágenes.

Sesión 2. Los alumnos bajan sus fotografías a la computadora, las analizan en un editor de imágenes y la hoja de cálculo electrónica. Se recomienda discutir con los alumnos las imágenes que analizarán; comentar con ellos de manera cualitativa cómo son las trayectorias de las pelotas, cuál de ellas llega primero al suelo y qué tipo de movimiento describe cada una. Respecto al proyectil que es lanzado horizontalmente, preguntar qué sucede con la velocidad y qué procedimiento seguirían para determinar la distancia que recorre. Por otro lado cuestionar a los alumnos cómo se relaciona el movimiento del proyectil que sale en dirección vertical con la pelota que cae libremente

de la actividad que anterior.



Figura 3. Imagen no. 11 de la serie de fotografías que muestra la posición de los proyectiles.

a) Los alumnos determinan el número de pixeles que hay entre las marcas visibles de la fotografía como se ilustra en la figura 2. La marca inicial corresponde a 119 pixeles y el piso corresponde a 261 pixeles. La distancia medida entre el piso y la marca inicial es de 0.754 m, por lo que la relación es 188 pixeles en un metro o 188 pix/m. La relación de pixeles a metros (pix/m) se obtiene en la celda C3 de la hoja de cálculo que se muestra en la figura 4.

b) Para cada una de las imágenes de la ráfaga, se determina en píxeles la posición del proyectil lanzado horizontalmente (figura 3) y se verifica en pantalla que ambos proyectiles tienen prácticamente la misma coordenada vertical. El tiempo se determina en la misma forma que en la actividad anterior (recordar que cada imagen esta separada por 1/30 de seg) Con los datos de posición y tiempo se construye una tabla como se muestra en la figura 4.

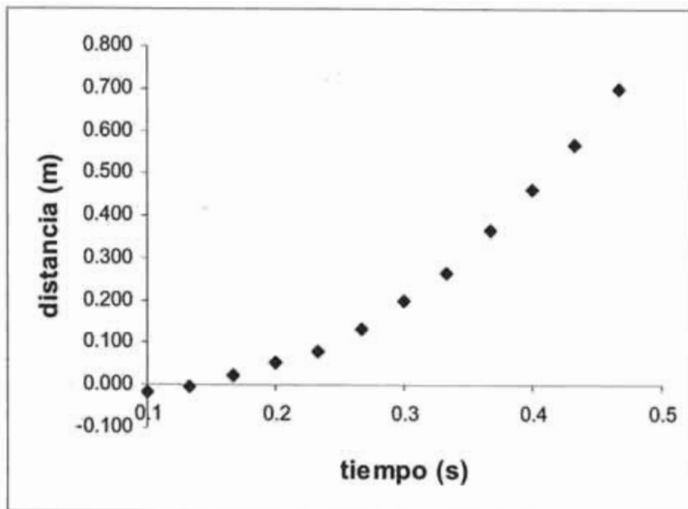
Para obtener las coordenadas, en cada una de las imágenes, debemos fijar nuestra atención en el mismo punto del proyectil, ya sea al inicio, en medio o al final. El cursor se coloca sobre la imagen del proyectil para observar en la pantalla del editor las coordenadas correspondientes. En la figura 4 se utiliza la columna C para la posición vertical y la columna E para la horizontal. Ambas posiciones reportan el desplazamiento total en píxeles, es decir, tomando como referencia la posición del proyectil en su punto de salida. Para calcular la equivalencia en metros de cada posición, se divide el desplazamiento en píxeles entre el valor de la celda C3 (relación de píxeles/metro). Las columnas F y D se utilizan para calcular las coordenadas X y Y en metros respectivamente.

C3		f _v = 1420.75			
A	B	C	D	E	F
1	Tiempo	0.03			
2					
3	Conversion	189.33	píxeles/m		
4	Datos del proyectil				
5					
No. Foto	Tiempo (s)	Vertical (pix)	y (m)	Horizontal (pix)	x (m)
7	1	0	-4	-0.02	
8	2	0.03	-4	-0.02	
9	3	0.07	-4	-0.02	
10	4	0.10	-3	-0.02	24 0.13
11	5	0.13	-1	-0.01	40 0.21
12	6	0.17	4	0.02	53 0.28
13	7	0.20	10	0.05	68 0.36
14	8	0.23	15	0.08	81 0.43
15	9	0.27	25	0.13	93 0.49
16	10	0.30	37	0.20	108 0.57
17	11	0.33	50	0.26	121 0.64
18	12	0.37	69	0.36	135 0.71
19	13	0.40	87	0.46	146 0.77
20	14	0.43	107	0.57	160 0.85
21	15	0.47	132	0.70	172 0.91

Figura 4. Tabla con la posición vertical y horizontal del proyectil, en píxeles y metros.

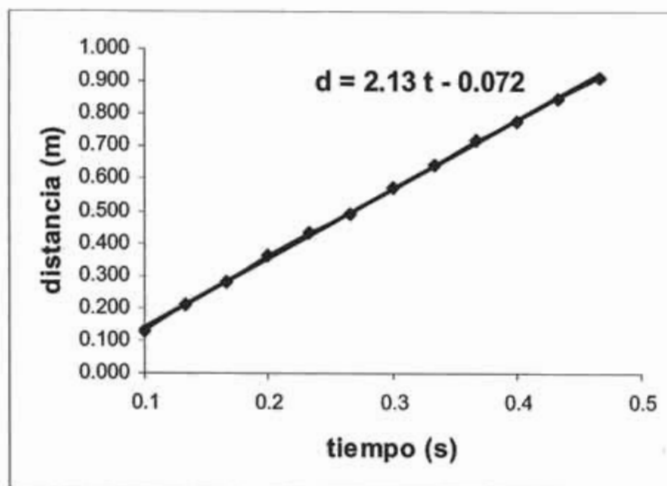
c) Para finalizar se obtienen las gráficas del movimiento horizontal y vertical del proyectil. Se recomienda discutir con los alumnos que tipo de movimiento esperan obtener al graficar los datos, si la de un movimiento rectilíneo uniforme o la de un movimiento con aceleración constante. Para graficar las componentes horizontales y verticales en función del tiempo, los alumnos seleccionan los datos de las columnas B y D para la componente vertical (gráfica 1) y B y F para la componente horizontal (gráfica 2). Una vez dentro del asistente de gráficos, eligen el tipo de gráfica "XY (Dispersión)". Para las gráficas sólo se consideraron los datos a partir de la fotografía 4, porque antes de esta

fotografía la posición del proyectil corresponde al reposo.



Gráfica 1. Distancia en función del tiempo de la componente vertical del proyectil lanzado en dirección horizontal.

Los puntos experimentales de la gráfica 1 muestran que la velocidad de la pelota se va incrementando gradualmente. El profesor puede comentar con los alumnos que las líneas que unen puntos consecutivos aumentan su inclinación con el tiempo.



Gráfica 2. Distancia en función del tiempo de la componente horizontal del proyectil lanzado horizontalmente.

En este caso la gráfica muestra que el desplazamiento es proporcional al tiempo, lo que implica que se trata de un movimiento con velocidad constante.

Para conocer el valor de la velocidad se ajustaron los datos experimentales con la herramienta de la hoja de cálculo "Agregar línea de tendencia".

El valor que se encontró es de:

$$2.13 \pm 0.02 \text{ m/s.}$$

Para conocer el valor de la incertidumbre se aplica una regresión lineal a las columnas donde se encuentran los datos (B y F). Este análisis se encuentra en el archivo "Mov_proyectil.xls", en el CD anexo a la tesis.

8. Cierre de actividad

Es conveniente motivar a la reflexión sobre el experimento realizado a fin de fomentar en los estudiantes la mejor comprensión de los conceptos involucrados para que elaboren sus conclusiones finales. A continuación se proponen un conjunto de preguntas que podrán servir para guiar la discusión final de los estudiantes:

1. ¿Qué pelota llegó primero al piso?

Ninguna, las dos pelotas llegan al piso al mismo tiempo. Los alumnos comprobaron este hecho observando la serie de imágenes, de igual manera debe quedar claro para los alumnos que la pelota que sale en dirección vertical describe el movimiento de un cuerpo en caída libre.

2. Justifica mediante lo observado en el experimento si es correcto o incorrecto afirmar que el movimiento vertical y el horizontal son independientes para el proyectil lanzado horizontalmente.

Es recomendable discutir con los alumnos el procedimiento que siguieron para el análisis del movimiento del proyectil; se debe aclarar que midieron por separado el desplazamiento de la pelota, en la dirección horizontal y vertical. Y que con los datos analizados obtuvieron las gráficas 1 y 2 correspondientes a movimientos independientes.

3. ¿El movimiento horizontal corresponde a un movimiento con velocidad constante?
¿Por qué?

Sí, porque la grafica 2 muestra que la distancia en función del tiempo es una recta, lo que significa que el proyectil se mueve con una velocidad constante en esta dirección.

4. ¿Qué tipo de movimiento describe el proyectil en la dirección vertical? ¿Por qué?

Es un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado porque en la gráfica 1 se observa que la distancia en función del tiempo parece ser una parábola como en la actividad anterior, es decir la velocidad no se mantiene constante.

5. ¿Es válido suponer que la fricción con el aire no afectó el movimiento horizontal del proyectil? ¿Por qué?

Sí es válido suponer que la fricción no afectó el movimiento horizontal, pues de lo contrario el desplazamiento de la pelota en esta dirección no se hubiera mantenido constante durante todo el movimiento.

Actividad 4. “Conservación de la energía”

Resumen

En esta actividad se observa la conservación de la energía durante varios rebotes de una pelota contra en el piso. Para realizar el experimento se utiliza un sensor de movimiento ultrasónico marca Pasco² que manipula el profesor, y la hoja de cálculo electrónica para analizar los datos que el sensor registra. El análisis de datos lo realizan los alumnos. Por medio de este análisis se observa que la suma de la energía cinética y potencial permanece prácticamente constante entre un rebote y el siguiente, y que la energía mecánica disminuye después de cada rebote.

1. Análisis previo

La actividad está diseñada para la unidad “Trabajo y energía” del último año de bachillerato. La intención de esta actividad experimental es mostrar a los alumnos la conservación de la energía mecánica cuando rebota una pelota; es un experimento que realiza el profesor o un grupo de estudiantes y el resto analizan los datos en la hoja de cálculo electrónica. Es importante destacar que para realizar el análisis de datos no se utiliza el software de aplicación que incluye el equipo Pasco, ni tampoco se usan todos los datos que registra el sensor, únicamente se utilizan los valores del tiempo y la posición. En esta actividad se considera importante que el estudiante identifique los datos y aprenda a utilizar el modelo matemático para calcular la velocidad, la energía potencial, cinética y mecánica.

Durante el desarrollo del experimento existen detalles que el profesor debe cuidar para evitar confusiones; uno de ellos es la transformación de coordenadas, pues el sensor mide la posición de la pelota a partir de su propia ubicación y el análisis que se realiza es a partir de la altura que tiene la pelota desde el piso; otro aspecto es la elección adecuada del intervalo de los datos que van a analizar los estudiantes, así como también verificar que los alumnos usen las variables apropiadas para el cálculo de la energía cinética y potencial, donde en la primera se utiliza la velocidad promedio y para la segunda la altura promedio.

Es recomendable que al iniciar el experimento los estudiantes hayan visto previamente en clase conceptos como trabajo, energía cinética y potencial, así como el principio de conservación de la energía y algunas de sus implicaciones.

² Compañía dedicada a comercializar equipo científico con fines educativos. Página web: www.pasco.com

2. Objetivos específicos

Que los alumnos:

- ⊕ Utilicen el principio de conservación de la energía para analizar el movimiento de una pelota que rebota.
- ⊕ Analicen las gráficas del movimiento e identifiquen las curvas de energía cinética y potencial para observar que la energía mecánica se conserva en cada rebote.
- ⊕ Observen gráficamente qué sucede con la energía mecánica durante todo el movimiento.

3. Planteamiento del problema

¿Qué sucede con la energía de una pelota que cae y rebota contra el piso?

4. Materiales

Un sensor de movimiento ultrasónico marca Pasco (figura 1), una pelota, flexómetro, computadoras y la hoja de cálculo electrónica.



Figura 1. Sensor de movimiento con un rango de sensibilidad de 0.15 a 8 m.

5. Organización

Los alumnos se organizan en equipos de tres personas para analizar los datos en las computadoras. Para esta actividad es suficiente contar con un equipo experimental (sensor y pelota) que puede manipular el profesor o un equipo de alumnos. Posteriormente el maestro comparte los datos registrados, ya sea que los copie en cada máquina o por medio de un archivo compartido.

6. Consigna

Hemos estudiado algunos fenómenos donde se ha dicho que la energía mecánica se conserva, la actividad experimental que vamos a realizar investigaremos que pasa con la conservación de la energía cuando una pelota rebota sucesivamente. Todos saben que una pelota cuando rebota al cabo de un tiempo deja de hacerlo; algunas se mantienen botando más y otras botan menos tiempo, pero al final todas se detienen. Con este experimento vamos a conocer un poco más del comportamiento de una pelota cuando rebota. Para ello tenemos este sensor de movimiento ultrasonido para conocer como se mueve la pelota.

7. Desarrollo

Sesión 1. En esta sesión se realiza el experimento y el profesor traslada los datos a un archivo que comparte con los alumnos. Es recomendable que el equipo se instale con antelación.

a) A través de un diagrama (figura 1) el docente comenta cómo es que mide el sensor la distancia que registra de la pelota; esto es muy útil ya que posteriormente los alumnos realizarán un cambio de sistema de referencia para calcular la altura con la que bota la pelota.

El sensor emite un pulso (en la figura 1 está en azul) y después de un tiempo t el sensor detecta el pulso reflejado (en rojo) por la pelota. Durante este tiempo el sonido recorrió una distancia d a una velocidad v , es decir $d = v \times t$, donde v es 340 m/s y t es un valor que el sensor mide. Si p es la posición de la pelota (figura 1) entonces en términos de la distancia d , se expresa como: $p = d/2$; por lo tanto la posición de la pelota es $p = \frac{(v \times t)}{2}$.

Así, la posición de la pelota es desde el punto de referencia del sensor pero cuando se realice el análisis hay que considerar la distancia desde el piso.

b) El profesor o un equipo de alumnos realizan el experimento. Una vez que los datos se han registrado, es recomendable que el docente seleccione los datos correspondientes a dos o tres rebotes de la pelota y los ubique en un archivo que pueda compartir con los alumnos; con el fin de facilitar la distribución de los datos. Para elegir los datos, el profesor debe ubicar los valores donde la posición de la pelota tiene un valor máximo y seleccionar los que se encuentran entre estos puntos.



Figura 1. Disposición del equipo experimental, el sensor y la pelota.

	A	C
1	Tiempo (s)	Valores sensor Posición (m)
2	1.369	0.689
3	1.389	0.734
4	1.409	0.786
5	1.429	0.835
35	1.912	0.753
36	1.932	0.798
37	1.952	0.828
38	1.972	0.783
59	2.394	0.778
60	2.414	0.820
61	2.434	0.809
81	2.836	0.81
82	2.857	0.817
83	2.877	0.783

Tabla 1. Datos seleccionados para analizarlos en la hoja de cálculo.

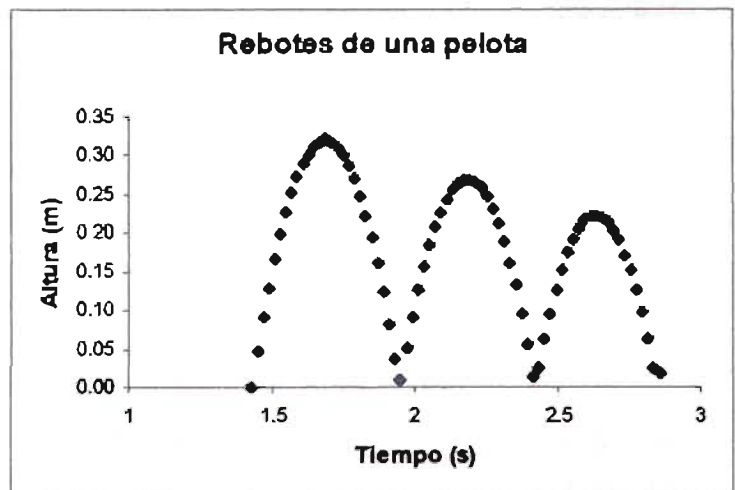
En la Tabla 1 se muestra una parte de los valores seleccionados y se resaltan los valores del tiempo y la posición. En el apéndice C se encuentra una tabla con todos los datos que se utilizaron para este análisis.

Sesión 2. En esta sesión los alumnos calculan la altura de la pelota, obtienen la gráfica de movimiento, determinan los valores de la energía cinética y potencial y realizan las gráficas correspondientes. Como la masa de la pelota es una constante en las ecuaciones de energía entonces no fue necesario conocer su valor y simplemente el valor calculado se expresa como la energía por unidad de masa.

a) La altura de la pelota (tabla 2) se determina a partir de la distancia que existe del sensor al piso, en este caso 83.5 cm., y las posiciones registradas por el sensor. Como ejercicio se puede solicitar a los estudiantes que distingan, por ejemplo con un color diferente, los valores donde inicia el rebote y donde alcanza el máximo de altura.

b) Se seleccionan los datos del tiempo y la altura de la tabla 2 para obtener la gráfica de movimiento de los rebotes de la pelota (gráfica 1). Sería conveniente preguntar a los estudiantes qué observan en la gráfica.

c) Para calcular la energía cinética se determina primero la velocidad promedio en un intervalo. La energía potencial se calcula a partir de la altura promedio de dos posiciones sucesivas de la trayectoria. Por ejemplo, para determinar el valor de la celda F3 de la tabla 2, se define la fórmula: “promedio=(B2:B3)” en la celda; donde se consideran las alturas 0.146 y 0.101 m.



Gráfica 1. Rebotes de la pelota.

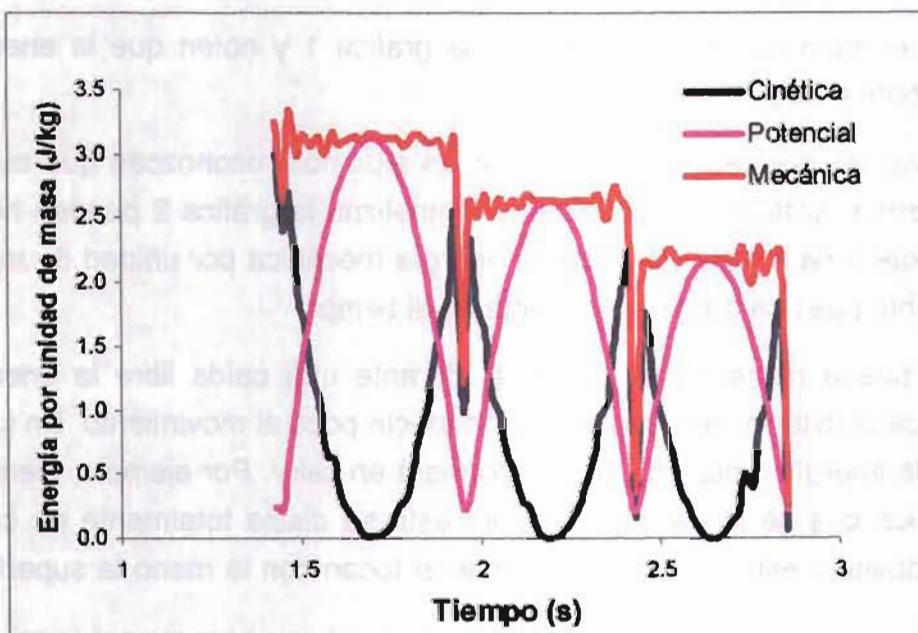
En esta parte de la actividad es importante cuestionar a los alumnos antes de realizar los cálculos, del procedimiento que van a seguir para determinar los valores de la energía cinética y potencial.

Con los valores de la energía cinética y potencial, se obtiene la energía mecánica.

1	A	B	D	E	F	G	H
	Tiempo (s)	Altura (m)	Velocidad (m/s)	E. cinética por unidad de masa (J/kg)	altura promedio (m)	E. potencial por unidad de masa (J/kg)	E. mecánica por unidad de masa (J/kg)
2	1.369	0.146					
3	1.389	0.101	-2.25	2.53	0.12	1.21	3.74
4	1.409	0.049	-2.60	3.38	0.08	0.74	4.12
5	1.429	0	-2.45	3.00	0.02	0.24	3.24
35	1.912	0.082	-1.95	1.91	0.10	1.00	2.91
36	1.932	0.037	-2.25	2.53	0.06	0.58	3.11
37	1.952	0.009	-1.40	0.98	0.02	0.23	1.21
38	1.972	0.052	2.15	2.31	0.03	0.30	2.61
59	2.394	0.057	-1.95	1.90	0.08	0.75	2.65
60	2.414	0.015	-2.10	2.20	0.04	0.35	2.56
61	2.434	0.026	0.55	0.15	0.02	0.20	0.35
81	2.836	0.025	-1.90	1.81	0.04	0.43	2.24
82	2.857	0.018	-0.33	0.06	0.02	0.21	0.27
83	2.877	0.052	1.70	1.45	0.03	0.34	1.79

Tabla 2. Algunos valores de la altura y energías por unidad de masa. Los renglones sombreados indican valores cercanos a cada rebote.

d) Para finalizar se obtienen las gráficas de la energía cinética y potencial por unidad de masa (gráfica 2) con los datos de la tabla 2. En este punto es momento de comentar a los alumnos que observen qué pasa con el valor de la energía cinética cuando la potencial es máxima o viceversa. Posteriormente en esta misma gráfica se inserta la curva de la energía mecánica. Los cálculos completos se encuentran en el CD anexo a la tesis con el nombre "Conser-energia.xls".



Gráfica 2. Comparación de las energías por unidad de masa en el intervalo temporal donde hay tres rebotes.

8. Cierre de actividad

Como en cualquier actividad experimental es importante verificar con los estudiantes la hipótesis del problema. Existen dos caminos para hacerlo; uno es analizar numéricamente el valor de la energía mecánica entre los rebotes y el otro comentar con los alumnos las características de las gráficas que obtuvieron y observar de manera cualitativa lo que ocurre con la energía mecánica. Si se elige la segunda opción, a continuación se listan unas preguntas que ayudarán al análisis y notas finales de la actividad.

1. Pedir a los estudiantes que comenten lo que hicieron.
2. ¿Qué velocidad usaron para obtener la energía cinética?

La velocidad promedio de cada intervalo.

Reforzar que la velocidad promedio se obtiene a partir de dos posiciones sucesivas de una trayectoria y mostrar que el signo de la velocidad es negativo durante la bajada y positivo durante la subida, lo cual refuerza lo visto en clase donde el signo de la velocidad depende del sentido del eje de posiciones.

3. ¿Qué hicieron para calcular la energía potencial?

Se determinó la altura promedio de cada intervalo y con esta se calculó la energía potencial. Aquí conviene aclarar por qué fue necesario determinar una altura promedio entre las posiciones sucesivas de la trayectoria.

4. ¿Qué pasa con la energía que falta? Observen la gráfica 1 y noten que la energía disminuye de un rebote a otro.

Después de observar las gráficas, se espera que los alumnos reconozcan que existe una pérdida de energía (gráfica 1), sin embargo si analizan la gráfica 2 pueden notar que entre cada rebote (una subida y bajada) la energía mecánica por unidad de masa se mantiene constante pues se observa una recta en el tiempo.

Para contestar se puede comentar lo siguiente: durante una caída libre la energía mecánica permanece constante mientras la fricción afecte poco al movimiento. En caso contrario, parte de la energía mecánica se transformará en calor. Por ejemplo, piensen en la energía cinética que se le da a un martillo, esta se disipa totalmente en calor cuando golpea un objeto y esto lo pueden observar si tocan con la mano la superficie del martillo.

Actividad 5. "Ondas"

Resumen

Durante esta actividad los alumnos se familiarizan con el concepto de onda, identifican diferentes tipos de ondas y sus parámetros característicos. Para ello se propone una secuencia didáctica donde se combinan el uso de simuladores y tutoriales de computadora y resuelven ejercicios en forma colaborativa durante el transcurso de la clase. La introducción de la computadora permite mostrar en forma gráfica y dinámica características de las ondas que son difíciles de explicar mediante el uso del pizarrón, o algún otro dispositivo para imágenes fijas.

1. Análisis previo

El tema de ondas se aborda brevemente en el curso de Física III y más ampliamente en Física IV de área II. Los alumnos manejan de forma regular el concepto de onda en su lenguaje cotidiano, con acepciones muy diversas que incluyen en cierta forma estilos de vida, capacidad para relacionarse o personalidad de las personas. En este sentido introducir el concepto de onda presenta diversas dificultades:

- El concepto de onda no coincide con el uso que se le da en el lenguaje cotidiano.
- El concepto de onda implica transporte de energía pero no de materia lo cual es difícil de clarificar mediante el uso de pizarrón o de imágenes fijas. Lo mismo ocurre con fenómenos como la superposición de ondas, el efecto Doppler y la formación de ondas estacionarias.
- Resulta difícil para el alumnado entender correctamente la naturaleza de las ondas longitudinales y visualizar en ellas parámetros como la longitud de onda y la amplitud.
- Mostrar que la velocidad de propagación es independiente de la frecuencia de oscilación de la fuente emisora de ondas.
- Experimentalmente es complicado mostrar la relación inversa entre frecuencia y longitud de onda a partir de un movimiento vibracional.

Para apoyar a los estudiantes en estas dificultades, se propone que de manera complementaria a la clase tradicional de pizarrón o diapositivas, se implemente el uso de software interactivo que permite mostrar el carácter dinámico del movimiento ondulatorio.

Para el diseño de esta actividad se dará una secuencia didáctica a manera de ejemplo para utilizar las herramientas que se aportan en Internet. En particular el que se distribuye

con el libro "*FisLets. Enseñanza de la Física con Material Interactivo*" (Esquembre, et al, 2004) y el de la página de Internet <http://www.aw-bc.com/physicsplace/>. El profesor puede iniciar su clase en forma tradicional pero apoyada por las imágenes y ejercicios de computadora encaminados a reforzar el proceso de asimilación de conceptos.

No se pretende dar un conjunto de pasos para organizar integralmente la clase sobre este tema. El profesor puede utilizar la actividad como parte de la exposición de la teoría, o bien como una actividad de síntesis de la clase tradicional. También puede dividir la secuencia didáctica como mejor convenga a los intereses del grupo y a su estilo de enseñanza. Sin embargo se debe tomar en cuenta que los materiales didácticos contenidos en una página de Internet o en simuladores, están presentados en cierto contexto que debe armonizar con la organización de su clase.

Queda a criterio del profesor la forma de evaluación, pero se recomienda diseñar una hoja de respuestas relacionada con los contenidos de la secuencia didáctica. A sugerencia del propio diseñador del material informático y de algunos profesores que han realizado este tipo de actividades (Hewitt, 2005), no afectar negativamente la calificación final que reciba el alumnos por la actividad; ya que esto traería como consecuencia que el estudiante no responda de acuerdo con sus propias habilidades o conocimientos.

Las ventajas que ofrece el uso de software didáctico pueden listarse a continuación:

- Muestra animaciones que presentan gráficamente el origen del movimiento ondulatorio.
- Presenta a detalle el movimiento de partículas de un medio asociado a la propagación de ondas.
- Permite realizar ejercicios intercalados a la presentación de conceptos.
- Exhibe animaciones que clarifican la forma en que ocurren diversos fenómenos como la superposición de ondas, la formación de ondas estacionarias y el origen del efecto Doppler.
- Fomenta la discusión de los conceptos al tener herramientas visuales que permiten a los estudiantes tener mayor claridad de ideas para formular preguntas e inquietudes.
- Promueve la ejecución de ejercicios en clase permitiendo una retroalimentación más efectiva entre un estudiante con el profesor y sus compañeros.

Los contenidos generales que se manejan en esta unidad son:

- Movimiento oscilatorio, movimiento armónico simple, periodo, frecuencia.
- Concepto de onda, amplitud, longitud de onda, onda transversal, onda longitudinal.
- Interferencia constructiva y destructiva.
- Ondas estacionarias.
- Medición de frecuencias y amplitudes.
- Efecto Doppler.

2. Objetivos específicos

Que los estudiantes:

- Identifiquen los parámetros característicos del movimiento ondulatorio.
- Describan las características físicas de las ondas.
- Discriminen entre ondas longitudinales y transversales.
- Describan las características de la propagación de ondas y apliquen el modelo matemático $v = f\lambda$ para la resolución de problemas prácticos.
- Caractericen las ondas sonoras.
- Relacionen el tono, timbre e intensidad de un sonido con las características de las ondas.

4. Materiales

Pizarrón, computadora, proyector de computadora, conexión de Internet, cuaderno de teoría y hojas de respuestas para los alumnos.

5. Organización

La actividad se realiza en el salón de teoría que cuentan con al menos una computadora conectada a Internet y un proyector de computadora.

El profesor proporciona a sus alumnos una hoja de respuestas y una vez iniciada la actividad permite que los estudiantes discutan libremente la solución a los ejercicios con sus compañeros vecinos. Una vez terminada la actividad, el profesor dará la solución correcta a los ejercicios anotados en la hoja de respuestas y pedirá a los estudiantes que se corrijan a sí mismos.

6. Consigna

Hoy vamos a iniciar el tema de ondas. Primero van a responder algunas preguntas en el cuaderno y después vamos a comentarlas entre todos; posteriormente, y para finalizar la clase de hoy, van a realizar un mapa conceptual donde relacionen la palabra onda con otros conceptos.

Para continuar con el tema la próxima clase vamos observar diferentes características de las ondas a través de un simulador que se encuentra en Internet. Yo voy a mostrarles diferentes imágenes y entre todos vamos a discutir y contestar los ejercicios que se encuentran en la página o en la hoja de respuestas que yo les voy a proporcionar.

7. Desarrollo

Sesión 1. El profesor explora los conceptos previos para conocer los diversos significados que los estudiantes tienen del concepto de onda y sus características; a través de una serie de preguntas y un mapa conceptual. Las preguntas que se proponen son: ¿dónde has escuchado la palabra onda y cómo se usa?, ¿cómo utilizas la palabra onda en tu lenguaje cotidiano?, ¿qué definición le das a la palabra onda?

Para realizar el mapa conceptual el docente comenta con los alumnos los siguientes ejemplos: la formación y propagación de temblores, la formación de ondas por una piedra que golpea una superficie de agua, el sonido provocado por una bocina o por un relámpago. (el profesor debe utilizar la estrategia que considere conveniente)

Al final de la clase es conveniente que el grupo haya alcanzado la idea convencional de onda como una perturbación en un medio que viaja con una cierta velocidad y que tiene un movimiento periódico.

Sesión 2. En esta sesión se inicia la actividad utilizando la página de Internet www.aw-bc.com/physicsplace/.

El tutorial contiene 35 pantallas pero sólo se utilizan las que se van comentando en la actividad.

En la primera pantalla (figura 1) el profesor recordará a los alumnos la discusión sobre el tema de ondas de la clase anterior, menciona que las ondas siempre se forman cuando ocurre una

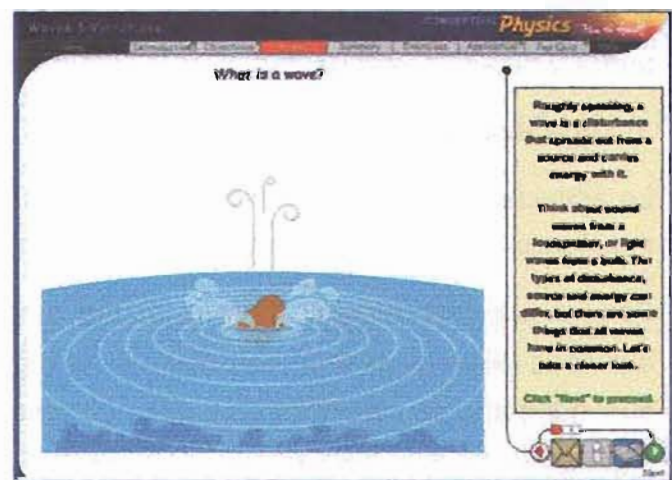


Figura 1. Describe los elementos necesarios para producir una onda.

perturbación en un medio y que es necesario un movimiento de oscilación permanente para producir un tren continuo de ondas. La página indica que una onda transporta energía lo cual puede justificarse recordando la capacidad destructiva que puede tener un temblor.

Waves & Vibrations

CONCEPTUAL **Physics** Paul G. Hewitt

Home Introduction Objectives Lesson 1 Summary Exercises Application Pop Quiz Help

What is a wave?

Pendulum swinging

Cam-wheel & piston

SECONDS 4 RESET

Coil spring oscillating

Chlorine molecule vibrating
(Actual vibrations are much faster!)

The source of all waves is something that vibrates or oscillates (or, in other words, moves back and forth repeatedly).

Here are some examples of oscillating systems, although there are many others. All are undergoing what's called *simple harmonic motion*.

Click on *More Info* for a discussion of this.

Figura 2. Ejemplos del movimiento armónico simple.

A partir de la segunda pantalla (figura 2) hasta la número cinco, se incluyen definiciones del movimiento armónico simple y el periodo. También contienen preguntas interactivas referentes al periodo de oscilación del péndulo y el resorte, para ello el profesor puede accionar repetidamente el cronómetro y permitir que los alumnos determinen los valores de periodo.

Waves & Vibrations CONCEPTUAL **Physics** Plus 6th Edition

Home Introduction Objectives **Lesson 2** Summary Exercises Application Pop Quiz Help

What are the basic features of waves?

The second key parameter is the **wavelength**. This is the distance between successive identical points on the wave (from one wave crest to the next, for example). Click the **Show Wavelength** button to see a display.

Figura 3. Se define la longitud de onda a partir de la representación espacial de una onda transversal.

En la pantalla 6 se explica la gráfica de amplitud de la oscilación en función del tiempo para un movimiento armónico simple. Y en las pantallas 7 a la 10 se definen los conceptos de amplitud y longitud de onda (figura 3). También se realizan preguntas interactivas relacionadas con estos conceptos. El tutorial continúa mostrando características de las ondas a partir de las ondas sonoras; sin embargo, aquí no resulta claro cual es la naturaleza de las ondas sonoras.

En este punto conviene cambiar de aplicación y utilizar las animaciones 14.1 de la unidad de Ondas, disponibles en el CD del libro *"FisLets. Enseñanza de la Física con Material Interactivo"*. Las diferentes animaciones permiten ejemplificar la diferencia entre ondas transversales y longitudinales. También se muestra que, en una onda longitudinal, la amplitud del movimiento puede representarse en una gráfica de posición en función del tiempo (figura 4).

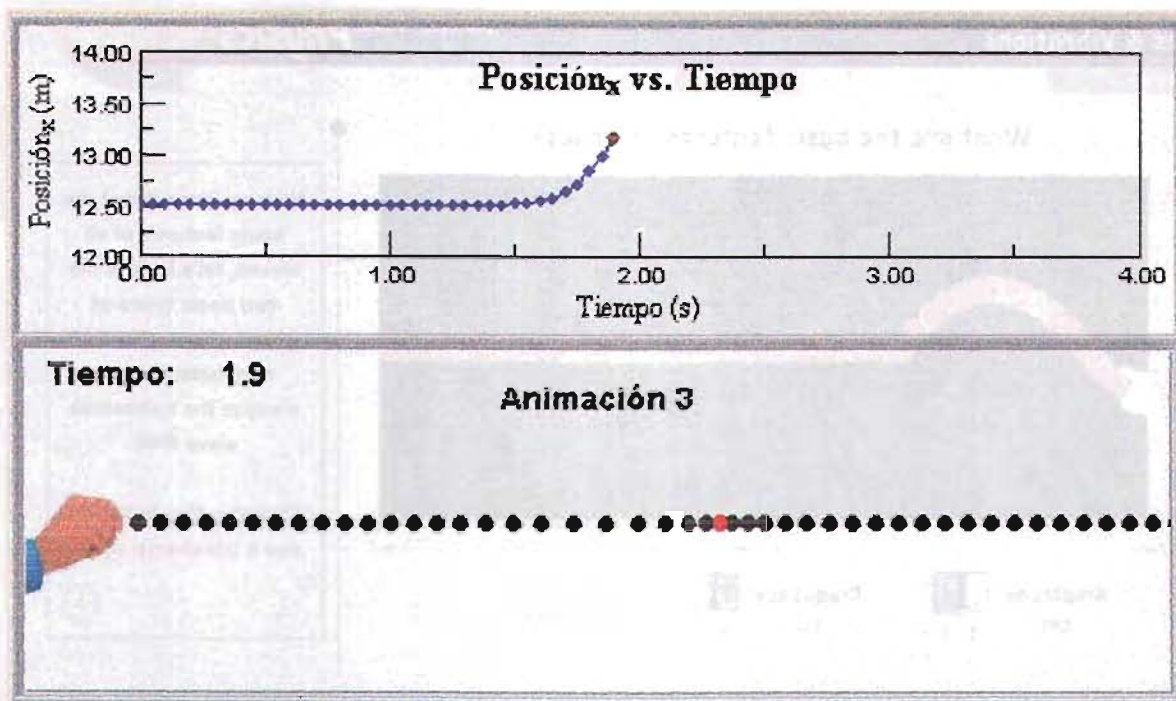


Figura 4. Animación de una onda longitudinal representada en una gráfica de posición en función del tiempo.

Una vez aclarada la diferencia entre ondas longitudinales y transversales se puede continuar con el tutorial de la página de www.aw-bc.com/physicsplace/.

En las pantallas 12 a la 20, se determina la relación de la longitud de onda con el tono escuchado en una onda sonora, se define la frecuencia y sus unidades, y se realizan ejercicios interactivos sobre la longitud de onda y la frecuencia. El profesor debe cuestionar mucho a los alumnos sobre el significado de la frecuencia, preguntando con situaciones diversas y similares a las que se presentan en cada uno de los ejercicios.

Sesión 3. Para continuar con la sesión anterior el profesor debe preparar el tutorial antes de la clase, e iniciar en el punto donde se quedó el día anterior.

En las pantallas 21 a la 23 se define la velocidad de propagación de onda y su fórmula matemática. El profesor debe recordar a los estudiantes que el sonido es una onda longitudinal y que la representación de la posición en función del tiempo transversal que se da en las pantallas se refiere a la gráfica de presión en vs. tiempo.

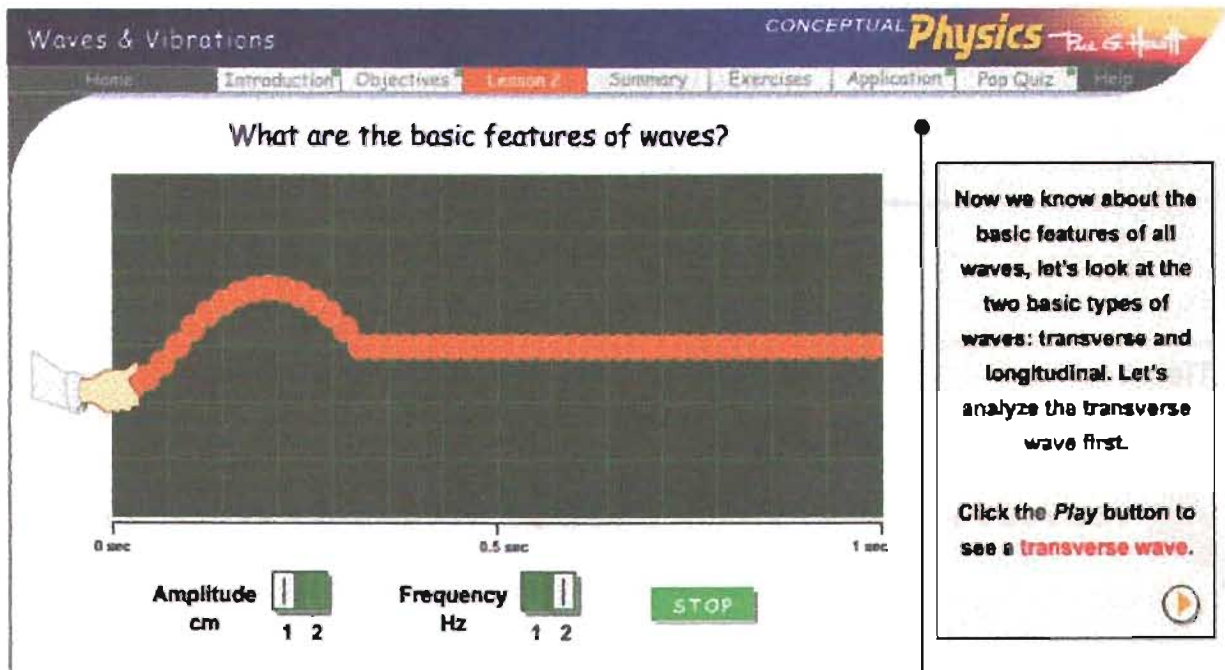


Figura 5.
Simulador de una onda transversal que permite modificar la amplitud y la frecuencia.

Las pantallas 24 a la 28 (figura 5) muestran la generación de ondas transversales y longitudinales con diferentes amplitudes y frecuencias además de ejercicios interactivos. En ellas puede hacerse hincapié en que la velocidad de propagación sólo depende del medio y no de la frecuencia o la longitud de onda.

Sesión 4. En esta sesión se abordan las últimas pantallas del tutorial para mostrar el fenómeno de superposición de ondas con ejercicios interactivos. De manera previa a esta última parte, se pueden mostrar algunas animaciones del libro *"FisLets. Enseñanza de la Física con Material Interactivo"* que presenta con mayor claridad el fenómeno de superposición de ondas e incluso la formación de ondas estacionarias. La clase puede terminarse con algunos cálculos numéricos en el pizarrón y con algunas demostraciones, como la formación de ondas estacionarias con un resorte Slinky³. El resorte es otro recurso didáctico que permite ejemplificar algunas características de los fenómenos mostrados por computadora, con el agregado de que ahora el alumno fijará su atención en los detalles importantes porque ahora ya tiene los conocimientos previos adquiridos durante las demostraciones por computadora.

³ Slinky es el nombre de un tipo de resorte usado para demostraciones de ondas, como el que distribuye Pasco.

También puede ejemplificarse la formación de un patrón de interferencia con las ondas sonoras generadas por una barra vibrante. Cuando se sujeta por la mitad una barra larga de aluminio y se le golpea en uno de sus extremos, se produce una gran cantidad de ondas por los diferentes modos de vibrar de la barra, pero sólo persiste en el tiempo la vibración longitudinal que corresponde al modo fundamental. Cuando la barra vibra dentro de un cuarto cerrado, los oyentes pueden percatarse de la interferencia constructiva o destructiva, por la superposición de ondas esféricas que se generan en los extremos de la barra, si giran sus cabezas lentamente de un lado a otro.

El efecto Doppler se encuentra en un tutorial aparte en la página de www.aw-bc.com/physicsplace/, y puede utilizarse a partir de la sesión 5 para terminar la unidad de ondas. Resulta conveniente dejar el tutorial del efecto Doppler al final, una vez que se hayan visto las ondas de sonido.

Las actividades que se desarrollaron en este trabajo están encaminadas a mostrar a los profesores de bachillerato de manera práctica el uso de las TIC en el laboratorio de física; en particular la computadora, la hoja de cálculo electrónica, la cámara digital, sensores de movimiento ultrasónico y algunos simuladores que se encuentran en Internet.

Se seleccionaron principalmente actividades de mecánica, porque los conceptos relacionados con este tema son utilizados continuamente en temas subsecuentes. Todos los programas de bachillerato abordan dichos temas. Además, la naturaleza de los fenómenos de Mecánica, es más sencillo implementar actividades utilizando sensores de movimiento y dispositivos digitales para captura de imagen.

Dos de las actividades experimentales presentadas en este trabajo se pusieron en práctica por un profesor de física del Colegio Francés del Pedregal. Los resultados que se observaron son alentadores, las alumnas mostraron mucho interés para realizar la actividad. Y es que la novedad no radica en el uso de la computadora y la hoja de cálculo que utilizaron para la actividad “Promedios e incertidumbres” o en la implementación de una cámara de video para capturar el movimiento de un objeto en caída libre desde un primer piso; el verdadero entusiasmo que encuentran las alumnas para realizar el experimento es que pueden observar y analizar fenómenos físicos con las herramientas tecnológicas.

Hay que recordar que los laboratorios de física son espacios creados para fomentar en los alumnos la inquietud por experimentar y observar el comportamiento de algunos fenómenos de la naturaleza; para promover el trabajo en equipo y facilitar la comunicación entre alumnos y profesores. Por ello es importante seguir aprovechando estos espacios con actividades o experimentos que motiven a los estudiantes a querer aprender y conocer las leyes de la naturaleza y así, fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje.

En este sentido las actividades que se presentaron tienen una doble intención, por una parte mostrar a los estudiantes el uso práctico que tienen las TIC y por otra, motivar a los profesores a que implementen estos recursos tecnológicos en sus clases y adopten nuevas estrategias de enseñanza.

La incorporación de los recursos tecnológicos a las actividades experimentales cabe destacar que permiten una mejor construcción del conocimiento y desarrollo de habilidades.

Esto se debe a que las TIC aportan nuevas herramientas que permiten a los alumnos tener claridad sobre los fenómenos que analizan. Además, involucran a los estudiantes a realizar diferentes reflexiones para resolver los problemas planteados. Por ejemplo: ¿Qué información dan las imágenes? ¿Qué datos deben elegir para encontrar lo que necesitan? ¿Qué hacer con los datos? ¿Cómo lo van hacer? ¿Qué modelos matemáticos hay que utilizar para analizar el fenómeno? ¿Qué tipo de información pueden obtener de una gráfica?, etcétera.

Este proceso de reflexión es muy importante en los alumnos, pues los lleva involuntariamente a desarrollar diferentes tipos de habilidades de pensamiento lógico, crítico y lingüístico. .

Evidentemente este cambio va a ser gradual, pero dependiendo del trabajo conjunto de profesores y especialistas para planear nuevos experimentos y estrategias didácticas, este cambio será cada vez más rápido.

Como toda propuesta, es recomendable realizar una evaluación que permita conocer el impacto que tiene en los alumnos y profesores esta forma de trabajo, evitando que se convierta en una serie de instrucciones a seguir por los docentes.

Texto

- **Díaz-Barriga, F; Hernández, G.** (2004). "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista". 2ª ed. México: McGraw-Hill.
- **Esquembre, F; Martín, E; Christian, W; Vellón, M.** (2004). "FISLETS. Enseñanza de la Física con material interactivo". España: Pearson Educación.
- **Ferreiro, E.** (2003). "Vigencia de Jean Piaget". 6ªed. México: Siglo XXI.
- **Ferreiro, R.** (2003). "Estrategias didácticas del aprendizaje cooperativo. El constructivismo social: una nueva forma de enseñar y aprender". México: Trillas.
- **Gil, S. Rodríguez, E.** (2001). "Física re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías". Argentina: Prentice Hall.
- **Hewitt, P.** (2005). "Conceptual Physics". 10th ed. Estados Unidos: Pearson-Addison Wesley.
- **Holton, G.** (1976). "Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas". España: Reverté.
- **Kriscautzky, M.** (2002). "Análisis de situaciones didácticas a través de distintas herramientas". Taller en Diplomado: Usos didácticos de las herramientas informáticas. DGSCA, UNAM. México.
- **Martínez, P. Soto, A.** (2002). "Internet como fuente de información y como medio de comunicación". Taller en Diplomado: Usos didácticos de las herramientas informáticas. DGSCA, UNAM. México.
- **Polya, G.** (1999). "Cómo plantear y resolver problemas". México: Trillas.
- **Pozo, J. Gómez, M.** (2001). "Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico". 3ª ed. Madrid: Morata.
- **Riveros, H. Jiménez, E. Riveros, D.** (2004). "Cómo mejorar mi clase de física: nivel medio superior". México: Trillas.

- **Riveros, H. Rosas, L.** (1990). "El método científico aplicado a las ciencias experimentales" . 2ª ed. México: Trillas.
- **Waldegg, G.** (2002). "El uso de la nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias". Revista electrónica de la investigación educativa. Vol. 4, No. 1.
- **Wilson, J.** (1996). "Física". 2ªed. México: Prentice Hall.

Portales y proyectos institucionales

- Dirección General de Asuntos de Personal Académico. Servicios en línea.
http://dgapa.unam.mx/serv_linea/serv_linea.html
- The Physics Place Web Site (Proyecto educativo)
www.physicsplace.com

Apéndice A

Formato original para la planeación de actividades escolares propuesto en el taller “Análisis de situaciones didácticas a través de distintas herramientas” durante el diplomado “Usos didácticos de las herramientas informáticas”.

Título	Anuncia el tema general de la actividad.
Población	Grupo escolar y cantidad de niños.
Parte del Proyecto en que se inserta	Indica en qué parte del proyecto se inserta la ficha y/o qué conocimientos (en general) deben tener los niños.
Duración	Es el tiempo estimado que se planea para la actividad.
Objetivo	Describe los propósitos de enseñanza. No debe confundirse con las actividades o productos que los alumnos realizarán.
Contenidos (generales y de cómputo)	Define los conocimientos y/o habilidades que los estudiantes pondrán en juego durante el desarrollo de la actividad. Describirlos con precisión permitirá controlar que la actividad propuesta responda en realidad al tratamiento de esos contenidos.
Materiales	Enumera los materiales, equipos y fuentes de información necesarios, distinguiendo los que ya están disponibles de los que hay que elaborar.
Organización	Especifica si el trabajo se realizará en equipos, pares o de forma individual. En el caso de que la actividad se componga de más de una etapa se especificará en qué momento el trabajo requiere de una discusión colectiva o de una tarea individual.
Consigna	Es la instrucción precisa que el maestro dará a los estudiantes al comienzo de la actividad. Es este apartado se incluye la forma en que se creará el ambiente para la actividad; las indicaciones en cuanto a organización, tiempos, materiales disponibles, características del producto terminado, etc. (“las reglas del juego”).
Desarrollo	Describe a grandes rasgos los momentos que conforman la actividad, detallando las tareas que sean realizadas tanto por el maestro como por el alumno. Es importante incluir, si las hay, recomendaciones sobre cómo utilizar el material, o sobre restricciones que poner a los alumnos para el mejor desarrollo de la actividad.
Variantes	Es la descripción de una modalidad distinta de la actividad, con la cual se aumenta el grado de la dificultad de la misma, ya sea a través de incluir un nuevo reto, un nuevo contenido o de solicitar el manejo de herramientas más avanzadas del software. Las variantes sirven para contar con una propuesta armada, que dé continuidad a lo ya realizado en caso de que los niños hayan completado el trabajo en mucho menos del tiempo esperado, o para dar trabajo a aquellos niños que avanzan más rápido que otros.

El siguiente texto presenta un ejemplo para explicar los conceptos de promedio e incertidumbre.

Supongan que queremos conocer la longitud de una cancha de básquetbol. Unos alumnos la miden y los resultados que obtuvieron son los siguientes:

Mary midió 27.85 m, Ale 27.94 m, David 28.13 m, Andrés 27.97 m y Gerardo 28.14 m

¿Cuál de las medidas anteriores es la correcta? ¿qué debemos hacer? ¿quién midió bien? Para conocer la longitud representativa de la cancha, lo que se debe hacer con los datos es calcular el valor promedio de estas medidas y además calcular un intervalo que garantice que las medidas que tomaron sus compañeros se encuentran dentro de él. Veamos:

El promedio se calcula con la fórmula: $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$

El símbolo \sum representa la suma de todos los datos, X_i son cada uno de los datos y n representa el número de datos (este caso es 5). Si se realizan las operaciones se encuentra que el valor promedio de la longitud de la cancha es de 28.006 m.

El intervalo del que hablamos anteriormente se llama el máximo error posible (MEP) y se calcula con la fórmula:

$$\text{MEP} = \left| \bar{x} - X_{\text{alejado}} \right|$$

Donde \bar{x} es el promedio y X_{alejado} es el dato mas alejado. Para el ejemplo el promedio es 28.006 cm. y el dato mas alejado es 27.85, así que el MEP es:

$$\text{MEP} = \left| 28.006 \text{ m} - 27.85 \text{ m} \right| = 0.16 \text{ m}$$

Por lo que la longitud de la cancha se reporta de manera correcta como:

$$\text{Longitud de la cancha} = 28.00 \pm 0.16 \text{ m}$$

Si al promedio se le resta o suma la incertidumbre, se obtiene un intervalo dentro del cual se encuentran el 100% de los datos que se promediaron:

$$\text{Promedio} + \text{incertidumbre} = 28.00 + 0.16 = 28.16 \text{ m}$$

$$\text{Promedio} - \text{incertidumbre} = 28.00 - 0.16 = 27.84 \text{ m}$$

Todas las longitudes de la cancha que se promediaron se encuentran entre 28.16 m y 27.84 m. Así que el promedio junto con la incertidumbre, es una manera compacta de escribir el intervalo en que se encuentran la mayor parte de los datos.

Para cerrar la actividad se recomienda que el profesor haga hincapié en los conceptos que se acaban de recordar.

En física el promedio es de crucial importancia para interpretar los datos de un experimento. Las mediciones que se obtienen de cualquier instrumento de medición no son exactas, ya que al fabricar o manipular una escala de medición, siempre hay errores que provocan la fluctuación de las medidas experimentales; por esto se debe realizar un número considerable de mediciones, para que al promediar los datos, las fluctuaciones se cancelen entre sí y el promedio sea un valor más aproximado al valor real. Al calcular un promedio es importante saber que tan equivocado se puede estar, por lo que es conveniente asociarle al promedio una incertidumbre.

La incertidumbre define un intervalo alrededor del valor promedio que cubre la mayor parte de los datos promediados. La incertidumbre indica el intervalo de error que puede tener una medida experimental. Existen diferentes procedimientos para determinar la incertidumbre de un promedio, entre los más utilizados se encuentran: el **MAXIMO ERROR POSIBLE (MEP)** y la **DESVIACION STANDARD (S)**. (Por ser una actividad para estudiantes de cuarto grado de preparatoria se recomienda utilizar el método de máximo error posible).

El máximo error posible (MEP) es la diferencia entre el promedio y el dato más alejado. La suma de este valor con el promedio definen la cota superior y la diferencia del mismo valor con el promedio definen la cota inferior del intervalo.

Apéndice C

A continuación se presenta una tabla con todos los datos que se analizaron en la actividad “Conservación de la energía”.

Tiempo (s)	Altura (m)	Valores sensor posición (m)	Velocidad (m/s)	E. cinética por unidad de masa (J/kg)	E. potencial por unidad de masa (J/kg)	E. mecánica por unidad de masa (J/kg)
1.369	0.146	0.689				
1.389	0.101	0.734	-2.25	2.53	1.21	3.74
1.409	0.049	0.786	-2.60	3.38	0.74	4.12
1.429	0	0.835	-2.45	3.00	0.24	3.24
1.45	0.046	0.789	2.19	2.40	0.23	2.62
1.469	0.09	0.745	2.32	2.68	0.67	3.35
1.489	0.129	0.706	1.95	1.90	1.07	2.97
1.509	0.166	0.669	1.85	1.71	1.45	3.16
1.529	0.198	0.637	1.60	1.28	1.78	3.06
1.549	0.227	0.608	1.45	1.05	2.08	3.13
1.57	0.251	0.584	1.14	0.65	2.34	3.00
1.589	0.272	0.563	1.11	0.61	2.56	3.17
1.61	0.289	0.546	0.81	0.33	2.75	3.08
1.63	0.302	0.533	0.65	0.21	2.90	3.11
1.65	0.312	0.523	0.50	0.13	3.01	3.13
1.67	0.317	0.518	0.25	0.03	3.08	3.11
1.69	0.321	0.514	0.20	0.02	3.13	3.15
1.71	0.317	0.518	-0.20	0.02	3.13	3.15
1.73	0.311	0.524	-0.30	0.05	3.08	3.12
1.75	0.301	0.534	-0.50	0.13	3.00	3.12
1.77	0.287	0.548	-0.70	0.25	2.88	3.13
1.791	0.27	0.565	-0.81	0.33	2.73	3.06
1.811	0.248	0.587	-1.10	0.61	2.54	3.14
1.831	0.222	0.613	-1.30	0.85	2.30	3.15
1.851	0.193	0.642	-1.45	1.05	2.03	3.08
1.871	0.16	0.675	-1.65	1.36	1.73	3.09
1.891	0.123	0.712	-1.85	1.71	1.39	3.10
1.912	0.082	0.753	-1.95	1.91	1.00	2.91
1.932	0.037	0.798	-2.25	2.53	0.58	3.11
1.952	0.009	0.825	-1.40	0.95	0.23	1.21
1.972	0.052	0.783	2.15	2.31	0.30	2.61
1.992	0.090	0.745	1.90	1.81	0.70	2.50
2.012	0.126	0.709	1.80	1.62	1.06	2.68
2.032	0.156	0.679	1.50	1.12	1.38	2.51
2.052	0.184	0.651	1.40	0.98	1.67	2.65
2.072	0.207	0.628	1.15	0.66	1.92	2.58
2.092	0.227	0.608	1.00	0.50	2.13	2.63
2.112	0.242	0.593	0.75	0.28	2.30	2.58
2.132	0.256	0.579	0.70	0.25	2.44	2.69
2.152	0.264	0.571	0.40	0.08	2.55	2.63
2.172	0.268	0.567	0.20	0.02	2.61	2.63
2.193	0.269	0.569	0.05	0.00	2.63	2.63
2.213	0.265	0.57	-0.20	0.02	2.62	2.64
2.233	0.258	0.577	-0.35	0.06	2.56	2.62
2.253	0.247	0.588	-0.55	0.15	2.47	2.63
2.273	0.232	0.603	-0.75	0.28	2.35	2.63
2.293	0.213	0.622	-0.95	0.45	2.18	2.63
2.313	0.19	0.645	-1.15	0.66	1.97	2.64
2.334	0.161	0.674	-1.38	0.95	1.72	2.67
2.354	0.132	0.703	-1.45	1.05	1.44	2.49
2.374	0.096	0.739	-1.80	1.62	1.12	2.74
2.394	0.057	0.778	-1.95	1.90	0.75	2.65
2.414	0.015	0.820	-2.10	2.30	0.35	2.65
2.434	0.026	0.809	0.55	0.15	0.20	0.35
2.454	0.063	0.772	1.85	1.71	0.44	2.15
2.474	0.096	0.739	1.65	1.36	0.78	2.14
2.494	0.125	0.71	1.45	1.05	1.08	2.13
2.514	0.151	0.684	1.30	0.84	1.35	2.20
2.534	0.174	0.661	1.15	0.66	1.59	2.25

Tiempo (s)	Altura (m)	Valores sensor posición (m)	Velocidad (m/s)	E. cinética por unidad de masa (J/kg)	E. potencial por unidad de masa (J/kg)	E. mecánica por unidad de masa (J/kg)
2.575	0.206	0.629	0.70	0.25	1.95	2.20
2.595	0.216	0.619	0.50	0.13	2.07	2.19
2.615	0.221	0.614	0.25	0.03	2.14	2.17
2.635	0.222	0.613	0.05	0.01	2.17	2.17
2.655	0.220	0.615	-0.10	0.01	2.17	2.17
2.675	0.214	0.621	-0.30	0.05	2.13	2.17
2.695	0.204	0.631	-0.50	0.13	2.05	2.17
2.715	0.191	0.644	-0.65	0.21	1.94	2.15
2.735	0.171	0.664	-1.00	0.50	1.77	2.27
2.756	0.152	0.683	-0.90	0.41	1.58	1.99
2.776	0.125	0.71	-1.35	0.91	1.36	2.27
2.796	0.097	0.738	-1.40	0.98	1.09	2.07
2.816	0.063	0.772	-1.70	1.45	0.78	2.23
2.836	0.025	0.81	-1.90	1.81	0.43	2.24
2.857	0.018	0.817	-0.33	0.06	0.21	0.27
2.877	0.052	0.783	1.70	1.45	0.34	1.79
2.897	0.081	0.754	1.45	1.05	0.65	1.70
2.917	0.107	0.728	1.30	0.85	0.92	1.77

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

