

20/12

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL CURSO DE FISICA 2 EN EL C.C.H.

(CICLO DEL BACHILLERATO)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

F I S I C O

PRESENTA

J O R G E E . A R I A S T O R R E S

MEXICO, D.F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

I N D I C E

Introducción.	1
<u>Capítulo 1. El Modelo Metodológico.</u>	8
<u>Capítulo 2. Aplicación del Modelo.</u>	14
Sección 2.1. Velocidad.	15
Sección 2.2. Fuerza y Aceleración.	23
Sección 2.3. Vectores y Equilibrio.	35
Sección 2.4. Movimiento en dos Dimensiones.	45
Sección 2.5. Trabajo y Energía Mecánica.	56
<u>Capítulo 3. Evaluación del Modelo.</u>	63
Sección 3.1. Velocidad.	66
Sección 3.2. Fuerza y Aceleración.	71
Sección 3.3. Vectores y Equilibrio.	77
Sección 3.4. Movimiento en dos Dimensiones.	84
Sección 3.5. Trabajo y Energía Mecánica.	90
Conclusiones.	98
Anexo 1. Documentos del C.C.H.	101
Anexo 2. Disco Lubricado por Aire.	104
Anexo 3. Abanico de Fuerzas.	105
Referencias.	108
Bibliografía.	109

I N T R O D U C C I O N

En la década de los años sesenta se intentó dar un giro a la enseñanza de la Física en la Escuela Nacional Preparatoria. Para ello se introdujeron el libro de texto P.S.S.C. y el material de laboratorio que lo apoyaba. Al parecer, esta innovación no tuvo el éxito esperado y poco a poco fué quedando en el olvido.

Más adelante,—y quizá debido a los fracasos de los intentos de innovación en la Preparatoria— al inicio de la década de los años setenta, surgió en el seno de la U.N.A.M. un proyecto educativo que abarcaba no sólo a la enseñanza de la Física, sino al ciclo del Bachillerato y a los ciclos Profesional y de Posgrado.

"Este proyecto se refiere a la creación de una institución de carácter permanente: el Colegio de Ciencias y Humanidades, que incluiría diversos niveles de enseñanza y centros de investigación. El Colegio sería precisamente, el resultado de la iniciativa coincidente de varios planteles con el fin de impulsar por nuevos caminos la enseñanza y la investigación científica dentro de la Institución." (1)

Respecto al ciclo del Bachillerato se señaló, en aquel entonces, lo siguiente:

"En rigor, podría pensarse en la creación de nuevas Escuelas Preparatorias que reprodujeran la estructura organizativa y académica del bachillerato actual.

Sin embargo, la obligación de que la Universidad cumpla sus objetivos académicos de acuerdo con las nuevas exigencias del desarrollo social y científico, al mismo tiempo que confiera una flexibilidad mayor y nuevas opciones y modalidades a la organización de sus estudios, sugieren la conveniencia de poner bases para una en

señanza interdisciplinaria y de cooperación inter-escolar, también en el ciclo del bachillerato, la cual contribuirá a la formación polivalente del estudiante, capacitándolo mejor para seguir distintas alternativas: estudios profesionales, investigación o incluso su incorporación más rápida al mercado de trabajo, en salidas laterales que son indispensables en un país moderno.

"De acuerdo con estas consideraciones, se ha pensado que la formación del estudiante del ciclo de bachillerato en algunas disciplinas fundamentales —el método científico-experimental, el método histórico-social, las matemáticas y el español— le proporcionarán una educación básica que le permitirá aprovechar las alternativas profesionales o académicas clásicas y modernas.

"Debe enfatizarse que esta iniciativa contempla la posibilidad de que el ciclo de bachillerato constituya no sólo el requisito académico previo para cursar las diferentes licenciaturas universitarias, sino un ciclo del aprendizaje en que se combinen el estudio en las aulas y en el laboratorio con el adiestramiento en el taller y en los centros de trabajo. En otras palabras, se persigue que, en esta etapa, el estudiante adquiera también el necesario adiestramiento que lo capacite para realizar ciertas actividades de carácter técnico y profesional que no exigen la licenciatura. Así, la formación en este nivel sería una síntesis de actividades propiamente académicas con un aprendizaje práctico.

La Universidad podría inclusive reconocer, para efectos académicos, el trabajo de adiestramiento que realizarían los alumnos, tanto en las unidades académicas de la Universidad como fuera de ellas.

"Las razones expuestas justifican plenamente la creación de las nuevas unidades académicas que se proponen, a nivel del ciclo de bachillerato." (2)

Por último, se citan dos referencias más que contribuyen a precisar las ideas que sustentan al proyecto C.C.H:

Desde sus orígenes, el Colegio de Ciencias y Humanidades basó su estructura en tres aspectos esenciales: ⁽³⁾

1. Flexibilidad del Sistema.
2. Formar, más que informar; implicando ésto que el alumno aprenda a aprender.
3. Empleo de una metodología idónea a las características citadas, siendo indispensable que el alumno, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se transforme en un elemento activo, responsable de su propia formación.

Y respecto a su Ciclo del Bachillerato se propuso: ⁽⁴⁾ :

1. el desarrollo integral de la personalidad del educando,
2. el dominio de los métodos fundamentales de adquisición de conocimientos: los métodos experimental e histórico-social, y de los lenguajes Español y Matemáticas,
3. constituir un ciclo de aprendizaje en el que se combinen el estudio en las aulas, en el laboratorio y en la comunidad,
4. crear salidas alternas como las Opciones Técnicas, y
5. preparar estudiantes al ciclo profesional con una formación integral.

Sin embargo al paso del tiempo se han ido perdiendo de vista algunos de estos aspectos. Dos de ellos han sido: el elemento activo del proceso de enseñanza-aprendizaje y el dominio del método experimental.

De aquí surge el objetivo de esta tesis: proponer para la materia Física 2 un modelo metodológico que recupere estos dos aspectos.

Sin embargo, este modelo no pretende ser una versión acabada, sino permanecer sometido a continua revisión.

Se incluye en esta tesis, una primera evaluación de la puesta en práctica de dicho modelo.

A N T E C E D E N T E S

El C.C.H. se fundó en 1971, iniciando actividades en el ciclo bachillerato con tres planteles. Al siguiente año se pusieron en funcionamiento dos más. A aquellos profesores que nos tocó ser fundadores en alguno de los cinco planteles, se nos presentó un reto: asimilar y hacer uso de un proceso de enseñanza-aprendizaje diferente al que habíamos usado cuando estudiantes.

Este reto estaba enmarcado por cuatro aspectos:

- 1º. La mayoría de los profesores carecíamos de experiencia docente.
- 2º. Estábamos ingresando a una institución que era una innovación en el campo educativo mexicano a nivel bachillerato.
- 3º. En particular, los profesores que impartiríamos las materias de Física teníamos diferentes formaciones profesionales: Físicos, Químicos e Ingenieros con diferentes especialidades.
- 4º. Los profesores de las asignaturas Física 2 y 3 fuimos enfrentados al hecho de ir contra la formación académica que habíamos recibido. Esto es, nuestra formación profesional fue casi un divorcio entre la teoría, recibida en salones y la experimentación realizada en laboratorios; en cambio, en el C.C.H. se nos pedía que no hubiera separación entre teoría y experimentación por lo que se habían diseñado y construido "aulas-laboratorio". La idea era muy atractiva, pero no habíamos sido formados de ese modo.

PROBLEMA

Desde el inicio del funcionamiento del C.C.H. hubo descuido acerca de la aplicación de la metodología adecuada a este nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje. El trabajo académico de los profesores se desvió principalmente hacia la formulación y revisión de programas de estudio, sin llegar a acuerdos generales. Esta desviación aún permanece. Para mayor abundamiento acerca de esta situación, acudamos a señalamientos hechos por otros profesores y por las autoridades:

1. Respecto a los programas.

"Una primera consideración sería la gran cantidad de programas que para una misma asignatura existen, no sólo en los distintos Planteles, sino en un mismo Plantel.

"...Asimismo, para 5º y 6º semestres, es notoria la repetición de contenidos de cursos anteriores y la ausencia de actividades experimentales. (El subrayado es nuestro)

"... Esto contribuye también a que los programas resulten diferentes, no sólo por Plantel, sino por turno y grupo." (5)

"Se pondrá especial empeño para que todos los estudiantes puedan disponer al inicio de cada curso de un ejemplar de los programas de estudio; de ésto se deriva la necesidad de un gran esfuerzo comunitario encaminado a contar, en un corto plazo, con programas oficiales de las asignaturas que integran el Plan de Estudios." (6)

2. Respecto a la Metodología.

"Por otro lado, respecto a la interpretación de lo señalado en el plan de estudios, existen algunas controversias importantes

entre los profesores.

"Por su incidencia, debe señalarse en primer lugar la que se establece entre quienes apoyan la prioridad de los contenidos informativos de las asignaturas y quienes propugnan la prioridad de los aspectos formativos y metodológicos.

"...Sin embargo, en la realidad la mayoría de cursos de las materias de Ciencias Experimentales se llevan a cabo de una manera predominantemente teórica, a pesar de que el plan de estudios propone que sean espacios altamente experimentales." (7)

(El subrayado es nuestro)

Estas referencias dan cuenta de una manera precisa y contundente de la problemática actual en las materias de ciencias experimentales en general, y de Física en particular.

Resumiendo: 1) existen múltiples programas, y 2) el proceso enseñanza-aprendizaje activo y experimental se ha hecho de lado.

El investigar, en los cinco Planteles, las causas de estos dos problemas y analizarlos está fuera de los propósitos de esta tesis. En cambio, sí está dentro de los objetivos de ésta, el plantear una hipótesis que trate de explicar el porqué del segundo problema y proponer una solución al mismo, que sea sometida a prueba.

H I P O T E S I S

Considerando que una de las causas que ha dado lugar a que el proceso enseñanza-aprendizaje en la materia Física 2 haya dejado de ser activo y experimental es que la mayor parte del material de laboratorio se ha deteriorado y/o se ha dado de baja sin haber sido repuesto; y que no es posible que el poco material existente en los laboratorios sea tan versátil que se pueda adecuar a tantos

programas, se propone la siguiente Tesis:

Es posible implementar un modelo metodológico aplicable a cualquiera de los múltiples programas de la materia Física 2, que propicie un retorno al proceso de enseñanza-aprendizaje activo y experimental. Este modelo metodológico considera como aspectos esenciales una motivación hacia el aprendizaje y una reafirmación de lo aprendido; ambos aspectos basados en preguntas atractivas y en la realización, por parte de los alumnos, de actividades experimentales en las cuales se utilizan instrumentos y materiales de fácil adquisición.

Capítulo 1. E L M O D E L O M E T O D O L O G I C O

Considerando los problemas señalados en la Introducción a esta Tesis se muestra, en este capítulo, el Modelo Metodológico que pretende resolver parte de dicha problemática.

CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLA EL MODELO

Para ubicar al lector se describe a continuación parte de la práctica docente seguida por el autor de esta tesis y sus alumnos.

Durante el 4º semestre los alumnos deben escoger una de tres materias del área de Ciencias Experimentales, para ser cursada durante los semestres 5º y 6º. Dichas materias son: Física, Química y Biología, cada una de ellas con cinco horas a la semana.

Por lo que respecta a la materia de Física, la cantidad promedio de alumnos que integran cada grupo es de treinta. Al inicio del curso se les solicita que se distribuyan en seis equipos. A cada equipo se le asigna una mesa de trabajo del aula-laboratorio. Hecho ésto, se les indican los objetivos del curso, el contenido temático de la materia, la bibliografía y la forma de evaluación. Los contenidos temáticos con los que el autor de esta tesis y sus alumnos trabajan, se obtienen de los temas más frecuentes de los exámenes extraordinarios

La bibliografía que el autor de esta tesis les recomienda es:

- 1) Murphy, J.T. y Smoot, R.C., Física: Principios y Problemas, C.E.C.S.A., México.
- 2) Stollberg, R. y Hill, F.F., Física: Fundamentos y Fronteras, Publicaciones Cultural S.A., México.
- 3) Alvarenga B. y Máximo A., Física General con Experimentos Sen-
cillos, Harla, México.

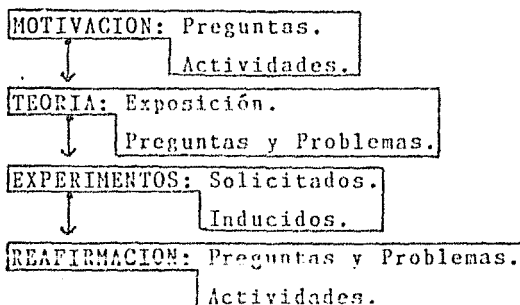
Estos textos les son recomendados por ser claros en sus contenidos y por estar apoyados en buen número de fotografías, figuras, cari

capturas y actividades a realizar.

La evaluación a los alumnos se efectúa continuamente a lo largo del curso.

ESTRUCTURA DEL MODELO METODOLOGICO

La estructura del modelo metodológico propuesto en esta tesis es la siguiente:



A continuación se explica cada una de sus partes.

MOTIVACION

Cada tema se inicia con una motivación basada en preguntas conceptuales y actividades experimentales, sencillas y atractivas. Algunas de estas preguntas sirven a su vez para diagnosticar los conocimientos que posee el alumno y su comprensión de los mismos.

En cada tema se ha procurado asignar a cada uno de los conceptos básicos al menos una pregunta y una actividad.

En esta parte se han evitado los problemas numéricos, prefiriéndose las preguntas cualitativas, de tal manera que el alumno realmente reflexione y comprenda lo que dice y no se limite a una sim

ple e incomprendida repetición de definiciones y fórmulas. Las actividades se han seleccionado de tal manera que puedan ser realizadas en casa y/o en el laboratorio y con materiales usuales. Se pretende que el alumno tenga la vivencia experimental de los conceptos básicos del tema.

Preguntas

Una vez planteadas las preguntas, se solicita a los alumnos que, de manera individual, propongan respuestas por escrito. Hecho esto, proceden a discutir en su equipo cada una de las respuestas, tratando de llegar a un acuerdo. Si para cada una de las preguntas tienen, por equipo, una respuesta común, proceden a escribirla. Finalmente se hace la discusión entre todo el grupo. Un alumno de cada equipo va exponiendo ante todo el grupo las respuestas del equipo.

Se ha procurado ser flexibles en esta etapa del modelo. Si hay interés por discutir, se alienta y se da el tiempo necesario para hacerlo. Si para alguna pregunta no se llega a obtener la respuesta correcta, pueden suceder dos cosas: el profesor aporta algunas ideas para inducir la respuesta hasta llegar a ella; o se queda la duda, con la intención de resolverse al efectuar las actividades o al estudiar la teoría.

Actividades

Respecto a las actividades de motivación, su aplicación es similar a la de las preguntas. Se solicita a los alumnos que antes de efectuar dichas actividades escriban sus predicciones acerca de lo que esperan que suceda. Después, dichas predicciones se discuten en sus equipos y luego en el grupo.

Posteriormente se realizan las actividades por equipo.

Finalmente se confrontan las predicciones contra los resultados observados. Se da lugar a que se genere la discusión.

TEORIA

Exposición

En algunos momentos adecuados, durante la discusión de preguntas y actividades de motivación, el profesor aprovecha intervenir para ir introduciendo algunos conceptos teóricos.

Al término de la fase de motivación se procede, de una manera más formal, a estudiar los contenidos temáticos. Para ello el profesor realiza algunas exposiciones teóricas, procurando siempre rescatar algunas de las preguntas y actividades de motivación, para apoyar en ellas sus explicaciones.

Preguntas y Problemas

Al final de la etapa de exposición se resuelven, en clase y en casa, algunas preguntas y problemas numéricos, seleccionados de la bibliografía recomendada al inicio del curso. Esto se hace con la finalidad de que el alumno refuerce los conceptos teóricos y de provocarle nuevas dudas que posteriormente sean aclaradas.

EXPERIMENTOS

Solicitados

Cada tema está apoyado por un experimento formal a realizarse en el laboratorio.

Terminada la parte de teoría se procede a solicitar a los alumnos que diseñen, individualmente y por escrito, un proyecto de experimento que logre los objetivos indicados por el profesor.

Es importante que no se les sugiera alguna idea, evitando así entrenarlos a ser simples lectores y ejecutores de procedimientos experimentales elaborados por terceras personas. En cambio se procura propiciar que los alumnos agudicen su ingenio y reflexionen acerca de los conceptos del tema, pasando a segundo término el hecho de que los proyectos presentados por ellos sean idóneos o no.

Una vez presentados, se solicita a algunos alumnos que los expongan ante el grupo. A partir de estas exposiciones se suscitan discusiones que conducen a la aclaración de dudas.

Si alguno o algunos de los proyectos presentados por los alumnos satisfacen los requisitos, entonces cada equipo selecciona el que le interesa y proceden a realizarlos.

Inducidos

En caso de que ninguno de los procedimientos presentados por los alumnos conduzca al logro de los objetivos señalados previamente por el profesor, este procede a sugerirles algún o algunos procedimientos experimentales que sí los logre.

Una vez realizados los experimentos, los alumnos entregan un reporte individual y se procede a discutir entre todo el grupo los resultados obtenidos.

REAFIRMACION

Cada tema se termina con un reforzamiento basado en problemas, preguntas y actividades experimentales, sencillas y atractivas, relacionados con él.

Se ha procurado asignar a cada uno de los contenidos temáticos al menos una pregunta y una actividad. Estas han sido seleccionadas de tal manera que reafirmen los conceptos estudiados a lo largo del tema.

Preguntas y Problemas

El procedimiento seguido para trabajar con ellas es similar al mencionado anteriormente para las preguntas de Motivación.

Actividades

El procedimiento seguido para trabajar con ellas es similar al mencionado anteriormente para las actividades de Motivación.

Como puede verse de lo antes descrito, el modelo metodológico que se propone tiene que ver directamente con la tarea del docente: propiciar aprendizajes significativos en los alumnos. De ahí que en la evaluación de dicho aprendizajes se consideren elementos tales como participaciones en clases, cumplimiento en la elaboración de dispositivos experimentales encargados por el profesor, diseño de experimentos y realización de los mismos, tareas y exámenes, los cuales tienen frecuente aparición en la implementación de este modelo metodológico.

Capítulo 2. APLICACION DEL MODELO

Este modelo fue probado en tres grupos durante el primer semestre del año lectivo 1986/1987.

Aunque su aplicación se hizo para ciertos contenidos temáticos, esto no quiere decir que sólomente sea útil para ellos. Una de sus cualidades es que pueda ser usado para cualquier selección de contenidos, debiendo adaptarse, por supuesto, las preguntas, actividades y experimentos a los contenidos temáticos que se desee cubrir.

Al final de cada sección de este capítulo se presentan una serie de comentarios basados en las experiencias obtenidas al aplicar el modelo y también basados en discusiones tenidas con el director de esta tesis y con los sinodales.

NOTA: A lo largo de este capítulo aparecen algunas llamadas, "(C)", que remiten al lector a la parte final de cada sección, donde se hacen comentarios pertinentes.

Sección 2.1

VELOCIDAD^(a)

Contenidos:

- * Velocidad Constante.
- * Velocidad Media.
- * Velocidad Instantánea.

* MOTIVACION

PREGUNTAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

VELOCIDAD CONSTANTE

1. Una persona te informa que un cuerpo está en movimiento rectilíneo uniforme. a) ¿Qué quiere decir con el término "rectilíneo"? b) ¿Y qué con el término "uniforme"?

VELOCIDADES CONSTANTE E INSTANTÁNEA

2. Un automóvil se desplaza en línea recta. Clasifica el movimiento del auto suponiendo que: a) La aguja del velocímetro indica siempre el mismo valor. b) La posición de la aguja varía de un momento a otro.^(a)
3. ¿Qué le ocurre a la velocidad de un automóvil a) al apretar el acelerador; b) al aplicar los frenos?^(a)

ACTIVIDADES

Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades predigan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Pos

teriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

VELOCIDADES CONSTANTE E INSTANTANEA

1. Haz rodar lentamente una pelota sobre la mesa. Observa su comportamiento. ¿Qué va pasando con su velocidad? ¿Por qué se detiene? ¿Cómo podría permanecer en movimiento? ^(c)
2. Ahora inclina ligeramente la mesa y desde la parte alta suelta la pelota. ¿Se mueve esta siempre con la misma velocidad? ¿Por qué no se detiene? ^(c)
3. Lanza la pelota desde la parte inferior de la mesa inclinada, de modo que suba. ¿Qué ocurre a la velocidad de la pelota? ^(c)

* TEORIA

EXPOSICION

El profesor hará la exposición teórica de acuerdo a los contenidos, retomando algunas de las Actividades para apoyar dicha exposición.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

El profesor seleccionará algunas preguntas y problemas de los libros de texto y/o consulta, para ilustrar la teoría expuesta. También se podrán dejar de tarea.

* EXPERIMENTOS

SOLICITADOS

Solicitar a los alumnos un proyecto de experimento cuyos objetivos sean:

- 1°) Mostrar una situación en la que un móvil se desplace con velocidad constante y medirla.
 - 2°) Medir la velocidad media de un móvil.
 - 3°) Determinar, aproximadamente, la vel. instantánea de un móvil.
- Una vez que los alumnos hayan entregado al profesor sus proyectos, estos deberán discutirse, primero en su equipo y después en el grupo.

INDUCIDOS

En el caso en el que el profesor considere que los proyectos propuestos por los alumnos no sean adecuados para alcanzar los objetivos, podrá inducirles los experimentos indicados a continuación.

- 1) "VELOCIDAD UNIFORME. EXPERIMENTO CON UN DISCO LUBRICADO CON AIRE" (c)

Se solicitará a los alumnos que cada uno de ellos construya un Disco lubricado con aire, para lo cual se les remitirá al Anexo número 2, o se les mostrará uno ya construido. También diseñarán y construirán un Impulsor para el Disco, de tal manera que les permita aplicar siempre el mismo impulso. Una vez hecho lo anterior, impulsarán el disco sobre la mesa, previamente nivelada, y cada segundo de tiempo que transcurra, alguno de los integrantes del equipo deberá emitir un sonido, de tal manera que los demás compañeros irán marcando, al momento de oír el sonido, la posición por donde pasa el disco. Procurarán que este se desplace en línea recta. Posteriormente medirán las distancias entre señal y señal mar cadas en la mesa. Con esta información procederán a: 1) analizar si el movimiento fué o no uniforme, 2) dibujar un itinerario y usarlo para hacer predicciones y 3) graficar posición vs. tiempo y calcular e interpretar la pendiente.

- 2) "VELOCIDADES MEDIA E INSTANTANEA. EXPERIMENTO CON UN TOBOGAN"

Se solicitará a los alumnos que construyan individualmente un tobogán, de cartoncillo o manguera translúcida, con varias subidas y bajadas. Desde el extremo más alto de este dejarán caer un carrito o balón, y cada segundo de tiempo que transcurra, alguno de los integrantes del equipo emitirá un sonido, de tal manera que los demás compañeros vayan marcando, al momento de escuchar el sonido, la posición por donde pasa el móvil. Posteriormente medirán las distancias marcadas entre señal y señal. Con esta información procederán a calcular las diferentes velocidades medias. Además, 1) analizarán si el movimiento fué o no uniforme, 2) dibujarán un itinerario, 3) construirán un histograma velocidad media vs. intervalos de tiempo y de este hallarán el valor aproximado de las velocidades instantáneas y el área del mismo y su significado.

Una vez terminados los experimentos, los alumnos entregarán su reporte. Posteriormente, en forma grupal, se discutirán los resultados de los equipos y se obtendrán conclusiones.

* REAFIRMACION

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

VELOCIDAD CONSTANTE

1. Al salir de un pueblo a carretera llana y desierta, y con señalamientos de kilometraje, el chofer decidió hacer su primera parada exactamente dentro de una hora. ¿Cómo puede cumplir su intención sin recurrir a la ayuda de un reloj? En el coche no hay aparato de radio.
2. Para mantener una velocidad constante, ¿se requerirá de una fuerza constante?, y por consiguiente, en ausencia de fuerzas, ¿deberán los cuerpos estar en reposo? Explica. (c)

VELOCIDADES CONSTANTE, MEDIA E INSTANTANEA ^(c)

3. Supongamos que viajando en automóvil obtenemos, del reloj y del odómetro, los datos que se indican a continuación:

tiempo:	posición:
4 h 10 min	28.6 km
4 h 14 min	34.8 km
4 h 17 min	39.2 km
4 h 22 min	47.0 km
4 h 25 min	51.6 km
4 h 29 min	57.6 km

A partir de dichos datos calcula los intervalos de distancia, Δx , para los correspondientes intervalos de tiempo, Δt , y calcula la velocidad media en cada intervalo de tiempo. Ordena los resultados en una tabla. ¿Consideras que la velocidad del automóvil ha permanecido prácticamente constante durante el experimento? ¿Cuál será el valor promedio de dicha velocidad?

VELOCIDAD INSTANTANEA

4. Un automóvil va a cierta velocidad cuando apretamos suavemente el acelerador, anotando los valores de la velocidad en ciertos instantes. Los resultados obtenidos, del reloj y del velocímetro, fueron los siguientes:

tiempo:	velocidad:
2 h 20 min	20.0 km/h
2 h 22 min	24.8 km/h
2 h 25 min	31.9 km/h
2 h 27 min	36.8 km/h
2 h 31 min	46.4 km/h
2 h 33 min	51.2 km/h

A partir de estos datos calcula la variación de velocidad, Δv , para cada intervalo de tiempo, Δt . Calcula, además, la variación de velocidad por unidad de tiempo, esto es, $\Delta v/\Delta t$ para cada uno de los diferentes intervalos de tiempo. Ordena los resultados en una tabla. ¿Cómo ha variado la velocidad del automóvil durante el experimento? ¿Consideras que la variación de velocidad por unidad de tiempo ha permanecido prácticamente constante?

ACTIVIDADES

Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades pre digan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Pos teriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que dis cutan en grupo los resultados de dichas actividades.

VELOCIDAD MEDIA .

1. Construye junto con tus compañeros de equipo tres pistas de ma teriales diferentes, como papel, polietileno, cuero, tela, lámina, etc., de 20 cm de ancho por 100 cm de largo. Consíguete también el disco de baja fricción y su impulsor. Una vez preparado el mate rial, aplica el impulsor al disco, con el globo desinflado, varias ve ces, siempre con el mismo impulso, de tal manera que éste se deslice sobre cada una de las pistas, sin salirse. Obtén las respectivas distancias y tiempos promedio. Repite el procedimiento sobre la me sa, sin las pistas. Primero con el disco con el globo desinflado y luego con el globo inflado. Haz una tabla indicando cuánta distancia y tiempo promedio recorrió y tardó el disco en cada caso. Ordena los datos de menor a mayor distancia recorrida y explica los resultados. Ob tén las velocidades medias en cada pista.

COMENTARIOS

VELOCIDAD. En este tema se usa la palabra velocidad para el concepto rapidez. Esto se hace debido a que un buen número de libros de texto usan indistintamente los términos velocidad o rapidez para indicar el mismo concepto. Además no se ha considerado conveniente introducir el carácter vectorial de este concepto en este tema.

MOTIVACION. PREGUNTA 2. Se sugiere cambiar la frase "en línea recta" por la frase "a lo largo de una trayectoria preestablecida".

MOTIVACION. PREGUNTA 3. Se sugiere cambiar la frase "¿Qué le ocurre a la velocidad de un automóvil a) al apretar" por la frase "Para el mismo automóvil, ¿qué le ocurre a la velocidad a) al apretar cada vez más".

MOTIVACION. ACTIVIDADES 1,2 y 3. Se sugiere intercambiar el orden de estas actividades de tal manera que la 1 pase a ser la 3, la 2 pase a ser la 1 y la 3 pase a ser la 2.

EXPERIMENTO INDUCIDO 1. Se sugiere que cada equipo nivele su mesa de trabajo utilizando un disco lubricado. Para ello basta que coloquen éste, con el globo inflado, en el centro de la mesa, lo suelten y observen si se desliza y hacia dónde. Colocarán monedas o papeles en la pata que lo requiera. La mesa estará nivelada cuando al colocar el disco sobre ella, éste permanezca sin deslizar.

Si la mesa no se nivela se corre el riesgo de no poder obtener velocidades constantes con el disco.

REAFIRMACION. PREGUNTAS Y PROBLEMAS 2. Se sugiere reutilizar esta pregunta como una de motivación en el siguiente tema, Fuerza y Aceleración.

REAFIRMACION. PREGUNTAS Y PROBLEMAS. VELOCIDADES CONSTANTE, MEDIA E INSTANTANEA. Se sugiere añadir, para esta parte, el siguiente problema:

Un automóvil recorre una distancia de 150 km y desarrolla, en los primeros 120 km, una velocidad media de 80 km/h, en tanto que en los últimos 30 km tiene una velocidad media de 60 km/h.

- a) ¿Cuál fue el tiempo total de viaje?
- b) ¿Cuál fue la velocidad media del automóvil en el transcurso total?

COMENTARIOS GENERALES. 1) Aunque el hecho sea inusual y poco frecuente, es conveniente comentar al lector que el autor del presente trabajo se encontró con alumnos que afirmaban no haber visto nunca de cerca un velocímetro, por lo cual se sugiere cerciorarse de que todos los alumnos lo conozcan.

2) Cuando este modelo metodológico se empezó a construir, se había contemplado el uso del ticómetro para la medición de la velocidad. Pero, circunstancialmente, los ticómetros del laboratorio donde se impartió el curso no funcionaban. Sin embargo se sugiere hacer uso de ellos, ya que ayudan a la comprensión del concepto de velocidad constante.

Dos ventajas que presenta el uso del ticómetro son: 1) la variable independiente es el tiempo y 2) permite medir tiempos más pequeños.

Sección 2.2

FUERZA Y ACELERACION (C)

Contenidos:

- * Aceleración.
- * 1ª Ley de Newton.
- * 2ª Ley de Newton.
- * 3ª Ley de Newton.

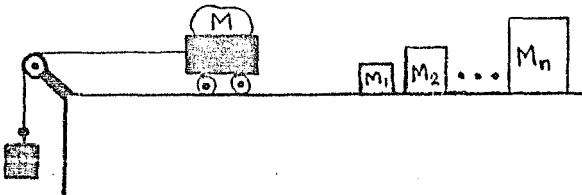
* MOTIVACION

PREGUNTAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

2ª LEY DE NEWTON

1. Aristóteles, el antiguo filósofo griego, pensaba que si un objeto pesa 10 veces más que otro, debe caer 10 veces más rápido que el cuerpo más ligero. ¿Tú que opinas? Explica.
2. Hay que determinar la masa del cuerpo M empleando masas de valor conocido, un cronómetro y el equipo representado en la figura. Explica cómo hacerlo del modo más sencillo.



1ª LEY DE NEWTON

3. Consideremos que el Metro se está desplazando en un tramo

recto a una velocidad uniforme de 50 km/h. Tu vas en el centro de un vagón y das un salto hacia arriba. Supongamos que logras permanecer en el aire un segundo. ¿Dónde caerás al volver al suelo, en el sitio en que saltaste o en otro? Si caes en otro sitio, ¿de qué pared del vagón estarás más próximo, de la delantera o de la trasera? Explica.

4. Dos muchachos juegan a cachar la pelota dentro de un vagón del Metro. Supón que éste viaja en un tramo recto con velocidad uniforme. Uno de los muchachos está más cerca del extremo delantero y el otro del trasero. ¿A cuál le es más fácil hacer que la pelota llegue hasta su compañero, al primero o al segundo? Explica.

3ª LEY DE NEWTON

5. Supongamos que usando unos patines te colocas frente a un carrito como los usados en las tiendas de autoservicio. Si das un empujón al carrito, ¿se moverá?, ¿te desplazará tú?, ¿en qué sentido? Entonces, cuando aplicas una fuerza sobre el carrito, ¿éste también ejerce una fuerza sobre tí? ¿de la misma magnitud? Explica. (c)

ACTIVIDADES (c)

Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades predigan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Posteriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

1ª y 2ª LEY DE NEWTON (c)

1. Toma una moneda y una hoja de papel y déjalos caer al mismo tiempo desde la misma altura. ¿Cuál llega primero al piso? Ahora forma con la hoja de papel una bolita y repite el experimento. Explica. (c)

2ª y 3ª LEY DE NEWTON

2. De pie en la plataforma de una báscula ponte en cuclillas de re

mente. ¿Hacia dónde se desplazará en ese instante la plataforma, hacia abajo o hacia arriba? Explica.

* TEORIA

EXPOSICION

El profesor hará la exposición teórica de acuerdo a los contenidos, retomando algunas de las Actividades para apoyar dicha exposición.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

El profesor seleccionará algunas preguntas y problemas de los libros de texto y consulta, para ilustrar la teoría expuesta. También se podrán dejar de tarea.

* EXPERIMENTOS

SOLICITADOS

Solicitar a los alumnos un proyecto de experimento cuyos objetivos sean:

- 1º) Medir la aceleración de un móvil.
- 2º) Obtener la relación entre la fuerza aplicada a un móvil, su masa y su aceleración.

Una vez que los alumnos hayan entregado al profesor sus proyectos, estos deberán discutirse, primero en su equipo y después en el grupo.

INDUCIDOS

En el caso en el que el profesor considere que los proyectos propuestos por los alumnos no sean adecuados para alcanzar los objetivos, podrá inducirles los experimentos indicados a continuación.

1) "ACELERACION UNIFORME. EXPERIMENTO CON UN PATIN"

Se solicitará al alumno que jale con fuerza constante una liga atada a un patín (para lo cual colocará sobre el patín una regla como referencia que le permita comprobar que estira la liga continuamente la misma longitud), y que al mismo tiempo algún otro compañero emita un sonido cada segundo, tal que al escucharlo los demás marquen las diferentes posiciones por las que va pasando el patín. Posteriormente deberán medir las distancias entre marca y marca. La trayectoria seguida por el patín deberá ser rectilínea.

Con la información obtenida procederán a:

- a) analizar si el movimiento fué uniforme o uniformemente variado (acelerado). Para ello se sugiere organizar en una tabla los datos obtenidos,
- b) dibujar un itinerario y, haciendo uso de este, hacer predicciones,
- c) hacer una gráfica posición vs. tiempo e interpretar la pendiente,
- d) hacer un histograma velocidad media vs. tiempo. Interpretar la pendiente de la línea que une los puntos medios de los lados superiores de los rectángulos y del área contenida en ellos.

2) "ACELERACION, FUERZA Y MASA. EXPERIMENTO CON UN PATIN"

Se solicitará al alumno que realice un procedimiento similar al anterior, pero con las siguientes variantes:

Conservando constante la masa del patín, duplique la fuerza, ya sea utilizando dos ligas (previamente seleccionadas para producir la misma fuerza ante iguales estiramientos) o duplicando el estiramiento de una de ellas, de tal manera que esta fuerza sea el doble de la que obtuvo en el experimento anterior. Después, tripli-

car la fuerza.

Posteriormente, que haga un procedimiento similar al anterior, pero ahora conservando constante la fuerza y duplicando y triplicando la masa. Con los resultados obtenidos, encontrar las relaciones entre aceleración y fuerza y aceleración y masa.

Una vez terminados los experimentos, el alumno entregará su Reporte de experimentos. Posteriormente, en forma grupal, se discutirán los resultados de los equipos y se obtendrán conclusiones.

* REAFIRMACION

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

ACELERACION

1. La figura de abajo representa una pista horizontal donde se probó un automóvil. Al desplazarse, el auto deja caer sobre la pista a intervalos de un segundo, gotas de aceite que determinan los espacios A, B, C, etc., que se observan en la figura. Sabiendo que el auto se desplaza de A hacia J, indica:

- el tramo en que desarrolló la mayor velocidad,
- el espacio en el cual alcanzó la menor velocidad,
- los tramos en los cuales aceleró su movimiento,
- el tramo donde se retardó o desaceleró y,
- el espacio en el cual su desplazamiento fué uniforme.

Δx (m)

• 5 • 10 • 13 • 13 • 13 • 13 • 17.5 • 17.5 • 14 • 15 •
 • A • B • C • D • E • F • G • H • I • J •

2. Se toma una fotografía de exposición múltiple (estroboscópica) de una bola de billar que cae libremente. La escala de distancias está graduada en centímetros y los intervalos de tiempo entre posiciones sucesivas de la bola son de $1/30$ de segundo. Calcula la aceleración con la que cae dicha bola, usando los siguientes datos:

intervalo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ΔX (cm)	7.70	8.75	9.80	10.85	11.99	13.09	14.18	15.22	16.31	17.45	18.52

Ver fotografía 1.

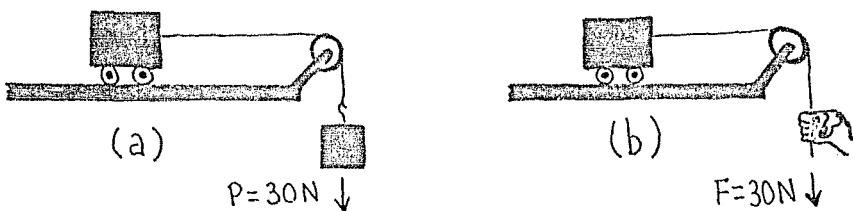
3. La fotografía de destellos (estroboscópica) nos muestra lo que ocurre cuando se jala un disco sin fricción. Los destellos luminosos estaban separados entre sí $10/24$ de segundo. Se aplicó una fuerza constante para mantener al anillo con una deformación también constante. Calcula la aceleración que lleva el cuerpo, haciendo uso de la información que aparece en la siguiente tabla:

destello	1	2	3	4	5	6	7
posición X (cm)	4.1	10.4	19.2	30.4	44.0	60.1	78.6

Ver fotografía 2.

2ª LEY DE NEWTON

4. La segunda ley de Newton estipula que fuerzas iguales comunican iguales aceleraciones a cuerpos de iguales masas. ¿Por qué entonces el carrito representado en la figura (a) se acelera menos que el mostrado en la figura (b), a pesar de que sus masas son iguales?

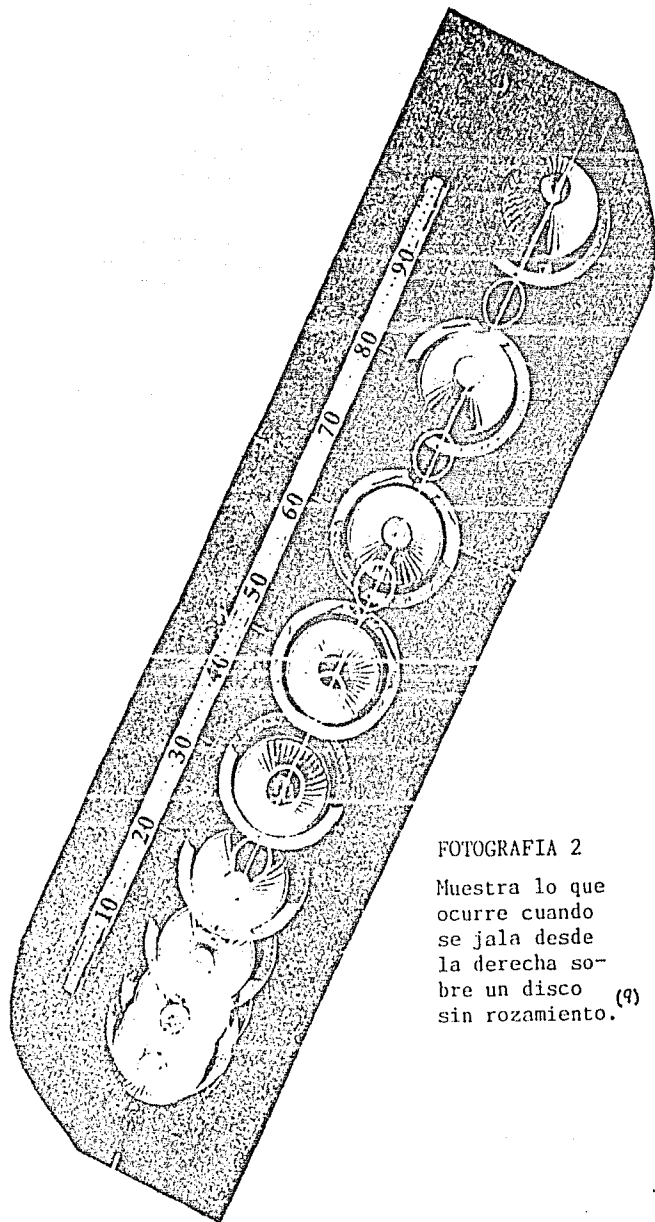
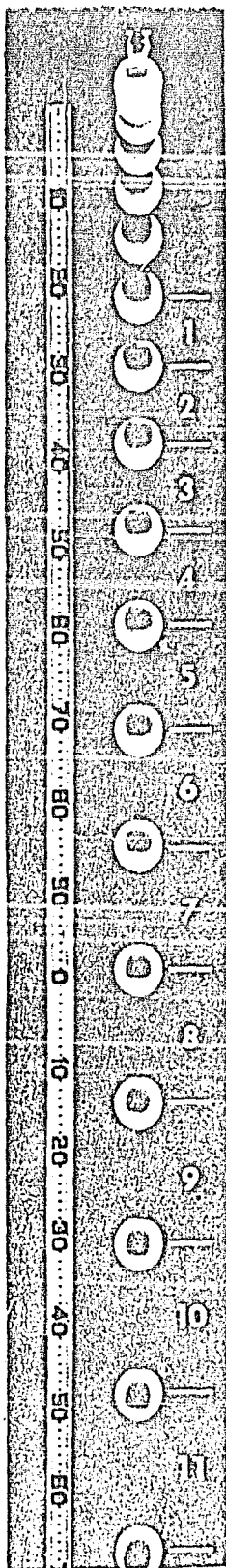


3ª LEY DE NEWTON

- ¿Se puede caminar sobre jabonadura?
- A un cosmonauta que se encuentra en el espacio exterior le es

FOTOGRAFIA 1

Exposición múltiple
de una bola de billar
que cae libremente. (8)

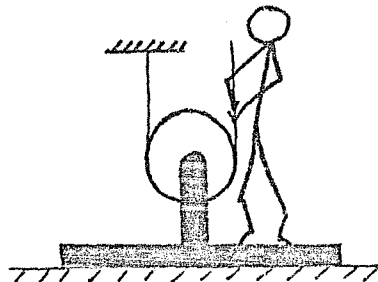


FOTOGRAFIA 2

Muestra lo que
ocurre cuando
se jala desde
la derecha so-
bre un disco (9)
sin rozamiento.

necesario regresar a la nave. En la Tierra esta tarea no es complicada, sólo se necesita andar, pero en el cosmos todo es más complejo, ya que no hay en que apoyarse. ¿Cómo podrá el cosmonauta mover se de su lugar?

7. ¿Podrá el muchacho de la ilustración elevarse a sí mismo y a la base, por encima del suelo?



ACTIVIDADES

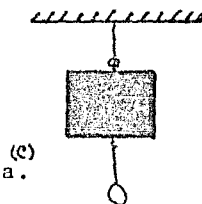
Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades pre digan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Posteriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

ACELERACION

1. Para medir la altura de tu casa se te propone aprovechar una moneda y un cronómetro. ¿Puedes cumplir con la tarea? Indica cómo debes proceder. Prueba midiendo la altura de tu laboratorio.

1ª LEY DE NEWTON

2. El dibujo muestra un cuerpo pesado suspendido mediante un cordel delgado. Del cuerpo se hace colgar un tirador ligero suspendido, asimismo, por un cordel similar. ¿Qué sucederá si: 1) jalas del asa lentamente, 2) das un tirón repentino del asa hacia abajo? Explica.



1ª Y 3ª LEY DE NEWTON

3. ¿Cómo determinar con ayuda de un dinamómetro el coeficiente de

rozamiento entre un trozo de madera, metal, tabique y superficies horizontales de papel, formaica, polietileno y cemento?

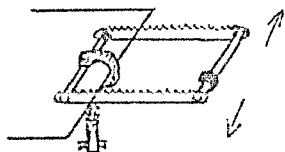
COMENTARIOS

FUERZA Y ACELERACION. Se detectó que para los alumnos fue difícil de asimilar el concepto de aceleración. En este curso se insistió ampliamente sobre dicho concepto, no lográndose que los alumnos realmente lo asimilaran. Se presenta así un reto que requiere pronta solución.

MOTIVACION. PREGUNTA 5. Se requiere enriquecerla añadiéndole las opciones 1) el carrito está vacío, 2) el carrito está lleno y 3) en vez del carrito se tiene un automóvil.

MOTIVACION. ACTIVIDADES. 1ª Y 2ª LEY DE NEWTON. Se sugiere añadir la siguiente actividad:

Construye una "balanza inercial"⁽¹⁶⁾ como la mostrada en la figura.



Pasa, por los agujeros que están en cada uno de los extremos de un par de segetas, un tubo o varilla de fierro de aproximadamente 15 cm de longitud. Sujeta el tubo o varilla a las segetas, para evitar que se corra al moverse la balanza inercial. Una vez armado este dispositivo sujétalo, con u

ne prensa, a la orilla de la mesa, como se ve en la figura.

Pon a oscilar esta balanza inercial de izquierda a derecha, con amplitud pequeña, y toma el tiempo que tarda en realizar diez oscilaciones.

Ahora sujétale a la varilla o tubo que está en el extremo libre una pequeña masa, de aproximadamente 50 g, y pon nuevamente a oscilar la balanza con una amplitud igual a la anterior. Mide el tiempo que tarda en realizar diez oscilaciones.

Puedes ir aumentando la masa del extremo libre, en múltiplos de 50 g, y repetir los pasos del párrafo anterior. ¿Qué sucede con el período al ir aumentando la masa?

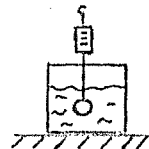
MOTIVACION. ACTIVIDAD 1. Se sugiere sustituirla por las siguientes dos actividades:

Consigue dos balines, uno de ellos varias veces más grande que el otro, y déjalos caer al mismo tiempo desde la misma altura. ¿Cuál llegará primero al suelo? Explica.

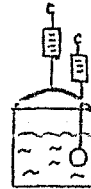
Coloca el disco lubricado con aire, con su globo inflado, en un extremo de tu mesa de trabajo. ¿Qué se requiere para que el disco se desplace a lo largo de la mesa? ¿Qué se requiere para detenerlo?

MOTIVACION. ACTIVIDADES. Se sugieren, para la 3ª ley, las siguientes tres actividades:

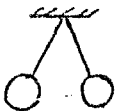
Sujeta una bola de plastilina del extremo del dinamómetro y lee y anota su peso. Luego sumérgela en un recipiente con agua como se muestra en la figura. ¿Qué sucede con el peso de la plastilina?



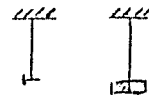
Ahora cuelga del dinamómetro el recipiente con agua y anota su peso. Estando el recipiente colgando del dinamómetro sumerge nuevamente la bola de plastilina (ver figura). ¿Cuánto valdrán ahora los pesos del recipiente con agua y de la plastilina? Compara las nuevas lecturas de los dinamómetros con las que habías anotado en tu libreta.



Infla dos globos iguales y cuélgalos del techo. Frótalos para que adquieran carga eléctrica. Ahora trata de juntarlos. ¿Qué sucede? Explica.



Cuelga de dos soportes universales un clavo y un imán, respectivamente. Acerca entre sí los soportes. ¿Qué sucede? Explica. (Nota: Procura que las masas del clavo y del imán sean sensiblemente diferentes.)



REAFIRMACION. ACTIVIDAD 2. Esta actividad no ha dado el resultado

esperado, debido a que algunas veces el hilo que se rompía era el de arriba y otras el de abajo. Esto sugiere tener preparadas actividades alternativas por si alguna falla, como fue el caso de esta actividad.

COMENTARIO GENERAL. Nuevamente se vuelve a recomendar el uso de los ticómetros para la medición de la aceleración. Podrán usarse con cuerpos que caen, y/o con el carrito que los alumnos jalan con fuerza constante.

Sección 2.3

VECTORES Y EQUILIBRIO

Contenidos:

- * Vectores
- * Suma de Vectores (mét. gráf. y analít.)
- * Equilibrio de Fuerzas

* MOTIVACION

PREGUNTAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

VECTORES

1. Estando parado en el centro de una habitación te dicen: "camina tres metros". ¿Sabrás exactamente dónde ir? Supongamos que te dicen: "muévete tres metros hacia la ventana". ¿Consideras la orden más precisa? ¿Cuál es la diferencia entre ambos casos?

2. Un avión pasa por encima de una ciudad volando a razón de 500 km/h. ¿Puedes predecir dónde se encontrará el avión al cabo de dos horas, suponiendo que este vuela en línea recta? ¿Qué información adicional necesitas para precisar la posición del avión pasadas las dos horas?

SUMA DE VECTORES

3. ¿Qué es más fácil, empujar o jalar una carretilla? Explica.

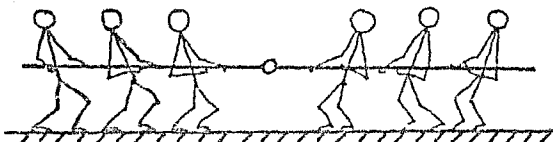
SUMA DE VECTORES Y EQUILIBRIO DE FUERZAS

4. Supongamos que durante una posada te toca hacer el manejo de la piñata. Esta se encuentra en el centro de una cuerda larga con uno de sus extremos atado a un poste y tú te encuentras en el balcón de enfrente sujetando el otro extremo de la cuerda. En un momento dado intentas que la cuerda, junto con la piñata colgando de ella, se ponga horizontal. ¿Lograrás hacerlo? Explica.

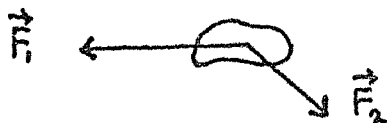
5. En algunas ferias pueblerinas, el "hombre fuerte" lleva a cabo una proeza, en la que coloca a 4 ó 5 personas en cada extremo de una cuerda larga, sostiene el centro de la cuerda con sus dientes y desafía a la gente a que lo jale hacia delante. El tiene mucho cuidado de no permitir que el ángulo que se forma entre las dos partes de la cuerda que se encuentra a uno y otro lado de él, sea menor de 140° . Dibuja un esquema vectorial que represente esta suerte. Úsalo para explicar por qué el jalón de la gente no puede mover al hombre fuerte hacia delante.

EQUILIBRIO DE FUERZAS

6. ¿Qué relación debe existir entre las fuerzas ejercidas por los dos grupos de atletas, en la figura, para que la argolla permanezca en equilibrio? Indica en la figura las fuerzas que se ejercen en la argolla.



7. En la figura se ilustra una partícula sobre la que actúan dos fuerzas F_1 y F_2 , que forman entre sí cierto ángulo. Determina gráficamente la o las fuerzas que es necesario aplicar sobre la partícula para que esté en equilibrio.



ACTIVIDADES

Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades preg digan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Posteriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

SUMA DE VECTORES

1. Toma una tabla de aproximadamente un metro de largo y deja rodar varias veces a lo largo de la misma una canica, dando a la ta bla en cada caso una inclinación cada vez mayor. ¿Qué relación ob servas entre la inclinación de la tabla y el tiempo empleado por la canica? ¿Cuál es tu explicación de estos resultados? ¿Conside ras que el movimiento de la canica es acelerado? ¿si, no?, ¿por qué?

SUMA DE VECTORES Y EQUILIBRIO DE FUERZAS ^(c)

2. Recuerda la pregunta de la piñata y la cuerda horizontal. Con sigue un cordón y cuelga de su parte media un banco de laboratorio. Jala el cordón de uno de sus extremos y pídele a uno de tus compa ñeros que jale del otro extremo. ¿Puedes lograr que el cordón se ponga horizontal? Explica.

3. Cuelga un objeto de 1/2 kg de dos ligas paralelas que formen un ángulo de 90° con respecto a la horizontal. Mide con una regla cuánto aumentó la longitud de estas. Ahora, abre las ligas de tal manera que cada una forme un ángulo de 60° con respecto a la hori zontal y mide su nueva longitud. Por último, abre más las ligas hasta que formen un ángulo de 30° con la horizontal y vuelve a me dir su longitud. ¿Qué relación existe entre el ángulo y la fuerza aplicada? Explica.

4. Cuélgate de una barra o escalón alto con ambos brazos. ¿En qué caso es mayor la fuerza en cada brazo: cuando están paralelos o cuando forman un ángulo? Haz un esquema de las fuerzas en cada caso. Explica.

* TEORIA

EXPOSICION

El profesor hará la exposición teórica de acuerdo a los contenidos, retomando algunas de las Actividades para apoyar dicha exposición.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

El profesor seleccionará algunas preguntas y problemas de los libros de texto y consulta, para ilustrar la teoría expuesta. También se podrán dejar de tarea.

* EXPERIMENTOS

SOLICITADOS

Solicitar a los alumnos un proyecto de experimento cuyos objetivos sean:

- 1º) Mostrar, experimentalmente, como sumar dos o más fuerzas con diferentes direcciones.
- 2º) Comprobar, experimentalmente, el concepto equilibrio de fuerzas.

Una vez que los alumnos hayan entregado al profesor sus proyectos, éstos deberán discutirse, primero en su equipo y después en el grupo.

INDUCIDOS

En el caso en el que el profesor considere que los proyectos propuestos por los alumnos no sean adecuadas para alcanzar los objetivos, podrá inducirles los experimentos indicados a continuación.

1) "ABANICO DE FUERZAS"

Se solicitará a los alumnos que cada uno construya un Abanico de Fuerzas y que trabaje con él según el Anexo 3.

A continuación, como muestra, se dan 3 preguntas "tipo" para resolverse, primero teóricamente y después comprobarse con el Abanico de Fuerzas:

1. ¿Cómo cambia la resultante de dos vectores mientras el ángulo entre ellos aumenta?
2. Se tienen 2 vectores de módulos 3 y 4, perpendiculares entre sí. ¿Cuánto vale el módulo del vector resultante y cuál es su dirección?
3. Igual a la pregunta 2, pero con módulos 5 y 5.

2) "EQUILIBRIO DE FUERZAS: EXPERIMENTO CON EL DISCO DE BAJA FRICCIÓN Y UN PATÍN"

El alumno dejará en reposo el disco, sin el globo, sobre la mesa nivelada e indicará cuánto vale la fuerza resultante sobre el disco y cuánto su velocidad.

Posteriormente impulsará el disco con el globo inflado sobre la mesa nivelada. Indicará cuánto vale la fuerza resultante sobre el disco después del impulso y comprobará si el movimiento es uniforme y medirá la velocidad.

Por último, el alumno amarrará una liga a un patín que lleve sobre puesta una regla, para comprobar que el estiramiento de la liga es constante. Colocará el patín en el piso y empezará a jalar la liga con fuerza constante. Comprobará si el movimiento es acelerado y medirá la aceleración y la fuerza.

Del experimento el alumno deberá concluir:

1. Cuando la suma de las fuerzas que actúan sobre el disco es cero,

la velocidad de éste es cero o uniforme y rectilínea.

2. Cuando la resultante de las fuerzas que actúan sobre el patín es diferente de cero, éste tendrá un movimiento uniformemente acelerado.

Una vez terminados los experimentos, el alumno entregará su Reporte. Posteriormente, en forma grupal, se discutirán los resultados de los equipos y se obtendrán conclusiones.


* REAFIRMACION

PREGUNTAS Y PROBLEMAS (c)

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

VECTORES

1. En la figura se han indicado, al cabo de los intervalos $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$, etc., las posiciones de un cuerpo que se mueve en línea recta y con velocidad uniforme. Indica en la figura los desplazamientos $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3$, etc., correspondientes a cada intervalo de tiempo. ¿Tienen todos los desplazamientos la misma dirección? ¿Qué relación hay entre el módulo de cada desplazamiento y la distancia recorrida por el móvil en el mismo intervalo?

$$\Delta t_1 \quad \Delta t_2 \quad \Delta t_3 \quad \Delta t_4 \quad \Delta t_5$$


2. Representa un cuerpo animado de movimiento rectilíneo en varias posiciones sucesivas e indica vectorialmente su velocidad y aceleración cuando su movimiento es: a) uniforme, b) acelerado y c) retardado. (c)

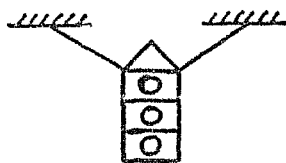
SUMA DE VECTORES

3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones está equivocada?

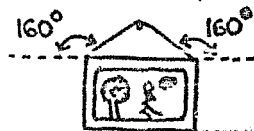
- La magnitud de la componente de un vector no puede ser mayor que la del propio vector.
- Si la componente de un vector sobre un eje es nula, podemos concluir que la magnitud del vector también lo es.
- Si un vector es perpendicular a un eje, la componente del vector sobre dicho eje es nula.
- Si un vector es paralelo a un eje, la magnitud de la componente del vector sobre el eje es igual a la del vector.
- Si ambas componentes rectangulares de un vector son nulas, podemos concluir que la magnitud del vector también lo es.

SUMA DE VECTORES Y EQUILIBRIO DE FUERZAS ^(c)

4. El semáforo de la figura pesa 200 N y los cables forman un ángulo de 30° con la horizontal. ¿Cuánto vale la tensión en cada cable?



5. Un cuadro que pesa 10 N cuelga de cuerdas como se indica en la figura. Encuentra la tensión en ellas.



6. Imagínate un automóvil desplazándose en una carretera horizontal, con movimiento rectilíneo uniforme. El motor proporciona al auto una fuerza de propulsión de 1500 N. ¿Cuál es el valor de la resultante de las fuerzas que actúan sobre el automóvil? ¿Cuál es el valor total de las fuerzas de retardación que tienden a actuar en sentido contrario al movimiento del auto? ^(c)

EQUILIBRIO DE FUERZAS

7. Considera una pelota en reposo sobre una mesa. ¿Cuál es la velocidad de la pelota respecto a la mesa? ¿Cuál es su aceleración? ¿Está la pelota en equilibrio? Dibuja las fuerzas sobre la pelota.

8. Considera el disco lubricado con aire, deslizándose con movimiento rectilíneo uniforme sobre una mesa horizontal. ¿Tiene velocidad respecto a la mesa? ¿Tiene aceleración respecto a la mesa? ¿Se encuentra en reposo? ¿Está en equilibrio? Dibuja las fuerzas sobre el disco.

9. Analiza el movimiento de un cuerpo lanzado hacia arriba, cuando se encuentra en el punto más alto de su trayectoria. ¿Cuál es su velocidad en ese punto? ¿Cuál su aceleración? ¿Está en equilibrio el cuerpo en ese punto? ¿Se encuentra momentáneamente en reposo? (C)

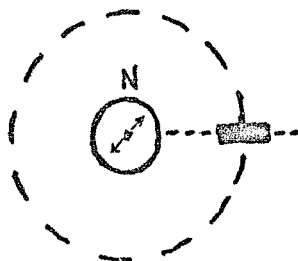
ACTIVIDADES

Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades predigan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Posteriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

VECTORES, SUMA DE VECTORES Y EQUILIBRIO DE FUERZAS

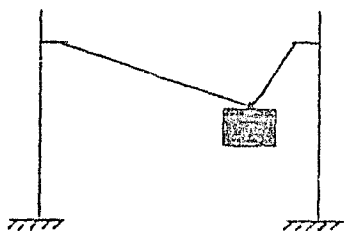
1. Idea un método y aplícalo para determinar que carga (tensión) puede soportar un hilo para coser, ayudándote sólo de una pesa de 1/2 kg y un transportador.

2. Consigue una brújula y un imán de barra. Coloca, lejos de influencias metálicas, sobre una hoja de papel la brújula y orientala hacia el Norte. Coloca, también sobre la hoja, el imán orientado a lo largo de la línea que cruza el centro de la brújula y que es perpendicular a la línea Norte-Sur. Desliza el imán a lo largo de dicha línea hasta lograr que la aguja de la brújula se desvíe 45° . En ese momento mide a qué distancia está el imán del centro de la brújula y traza un círculo con ese radio. Así sabrás a qué distancia el imán produce sobre la aguja de la brújula un campo magnético de igual intensidad que el terrestre. Predice y comprueba lo que sucederá al variar la posición del imán a lo largo del círculo.



COMENTARIOS**MOTIVACION. ACTIVIDADES. SUMA DE VECTORES Y EQUILIBRIO DE FUERZAS.**

Se sugiere añadir la siguiente actividad a continuación de la 2:



Amarra a un cuerpo, de masa conocida, dos cordones de longitudes diferentes. Cuélgalo, por medio de éstos, de dos soportes universales, de tal manera que los ángulos que forman c/u de los cordones con respecto a la vertical sean notoriamente diferentes. Mide las longitudes de las cuerdas y sus ángu-

los con respecto a la horizontal; anota estos datos en tu libreta junto con el valor de la masa del cuerpo. Más adelante usarás esta información. Ahora responde a la siguiente pregunta: la fuerza que ejerce cada cuerda sobre el cuerpo, ¿es igual o diferente? Comprueba tu respuesta colgando de tus manos el cuerpo, conservando los mismos ángulos. Ahora mide las fuerzas por medio de dinamómetros colocados en los extremos de las cuerdas.

NOTA: la sugerencia de que las longitudes de las cuerdas sean diferentes es para evitar la errónea asociación, que los alumnos hacen con frecuencia, de longitud de la cuerda con magnitud de la fuerza. En este ejemplo la cuerda más corta es la que ejerce mayor fuerza.

REAFIRMACION. PREGUNTAS Y PROBLEMAS. Añadir a esta parte la siguiente pregunta (directamente relacionada con la pregunta de arriba):

Resuelve gráficamente (ley del paralelogramo), analíticamente y con el abanico de fuerzas la actividad de motivación para la cuál anotaste y guardaste en tu libreta los datos del cuerpo suspendido de dos cuerdas asimétricas.

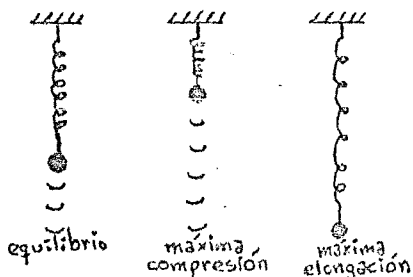
REAFIRMACION. PREGUNTAS Y PROBLEMAS 2. Añadir las dos siguientes

preguntas a continuación de la 2:

En la figura se muestran las posiciones sucesivas de un cuerpo que sube y luego baja. Para cada una de esas posiciones dibuja, en color azul, el vector velocidad y, en color rojo, el vector aceleración.



En las figuras se muestran la máxima compresión, la máxima elongación y la posición de equilibrio de un cuerpo sujeto a un resorte que está oscilando.



Para cada una de esas posiciones dibuja, en color azul, el vector velocidad y, en color rojo, el vector aceleración.

REAFIRMACION. SUMA DE VECTORES Y EQUILIBRIO DE FUERZAS. Cuantificar por medio de la ley del paralelogramo la actividad de los globos electrizados, con uno de ellos más masivo, y/o la del imán y el clavo.

REAFIRMACION. PREGUNTAS Y PROBLEMAS 6. Se sugiere aclarar que la fuerza externa es la fricción que ejerce el pavimento sobre las llantas y que las llantas empujan al pavimento.

REAFIRMACION. PREGUNTAS Y PROBLEMAS 9. Respecto a la frase "¿se encuentra momentáneamente en reposo?" es conveniente aclarar que un móvil puede ir cambiando su velocidad pasando por el valor cero, sin que ello implique que haya estado en reposo.

Sección 2.4

MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES (c)

Contenidos:

- * Movimiento Circular Uniforme.
- * Movimiento Parabólico.

* MOTIVACION

PREGUNTAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

MOVIMIENTOS CIRCULAR UNIFORME Y PARABOLICO

1. En la figura se representa un automóvil con rapidez constante



en diversas posiciones a lo largo de una carretera curva. Representa en cada caso el vector velocidad del automóvil. ¿Qué relación guarda la velocidad

con la trayectoria del automóvil? Señálala en la figura.

2. ¿Permanece fija la dirección de la velocidad cuando un cuerpo se mueve a lo largo de una curva? ¿Es posible mantener constante el módulo de la velocidad? Contesta las mismas preguntas si la carretera es recta.

3. ¿Qué efecto sentimos cuando un automóvil toma una curva con cierta velocidad? ¿Qué debemos hacer para conservar nuestra posición? ¿A qué se debe la sensación de desplazarnos hacia el costado del vehículo? ¿Qué debemos hacer para acompañar al vehículo en su movimiento curvo? ¿Qué dirección tiene la fuerza que nos aplicamos al sujetarnos de algún objeto interior?

4. Cuando un cuerpo cae libremente, ¿qué relación existe entre la dirección de la fuerza (peso) aplicada al cuerpo y su velocidad? ¿Cuál es la relación cuando el cuerpo sube?

5. Un automóvil va por una carretera curva sin que varíe el módulo de la velocidad. ¿Qué dirección tiene el cambio de la velocidad? ¿Qué dirección debe tener la fuerza resultante aplicada al automóvil? ¿Cómo se produce esa fuerza? Haz un diagrama indicando la velocidad, el cambio de la velocidad y la fuerza aplicada.

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

6. Atando una piedra a una cuerda la hacemos dar vueltas sosteniendo con la mano el otro extremo de la cuerda. ¿Qué dirección ha de tener la fuerza aplicada a la piedra para que el movimiento circular sea uniforme? ¿Qué relación guarda la dirección de la fuerza con la dirección de la velocidad de la piedra? ¿Cómo se movería la piedra si la cuerda se rompiese o la soltásemos?

MOVIMIENTO PARABOLICO

7. Un cazador parado sobre una plataforma apunta directamente hacia un simio, el cual está colgando de una de las ramas de un árbol distante. El cañón del rifle está paralelo a la horizontal. Exactamente cuando el cazador aprieta el gatillo, el simio se suelta de la rama y principia a caer. ¿Le pegará la bala al simio? Explica. (c)

ACTIVIDADES

Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades predigan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Posteriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

MOVIMIENTOS CIRCULAR UNIFORME Y PARABOLICO

1. ¿Qué trayectoria tendrá un cuerpo si la fuerza que actúa sobre éste tiene siempre la misma dirección que la velocidad? Comprueba tu respuesta haciendo uso del disco de baja fricción.
2. ¿Cómo debemos aplicar una fuerza a un cuerpo para modificar la dirección de su movimiento? Comprueba tu respuesta haciendo uso del disco lubricado con aire.

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

3. Supón que te encuentras sobre una plataforma giratoria (por ejemplo, similar a las que hay en algunas ferias). La plataforma está cerrada por todos lados, de modo que no se ven los objetos circundantes. Quieres conocer su sentido de rotación. ¿Cómo hacerlo? Comprueba tu respuesta haciendo un modelo a escala con un tocadiscos, un muñequito de juguete y una canica.

MOVIMIENTO PARABOLICO

4. ¿Qué movimiento tiene un cuerpo que cae libremente? ¿Cuál es el movimiento del cuerpo si primero le damos un impulso en dirección horizontal? ¿Y si el impulso es en otra dirección? Comprueba cada respuesta haciendo uso de una moneda.

* TEORIA

EXPOSICION

El profesor hará la exposición teórica de acuerdo a los contenidos, retomando algunas de las Actividades para apoyar dicha exposición.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

El profesor seleccionará algunas preguntas y problemas de los li-

bros de texto y consulta, para ilustrar la teoría expuesta. También se podrán dejar de tarea.

* EXPERIMENTOS

SOLICITADOS

Solicitar a los alumnos un proyecto de experimento cuyos objetivos sean:

- 1º) Medir las velocidades angular y tangencial en un movimiento circular uniforme.
- 2º) Medir la fuerza que produce dicho movimiento.
- 3º) Medir las velocidades horizontal y vertical en un movimiento parabólico.
- 4º) Medir la fuerza que produce a dicho movimiento.

Una vez que los alumnos hayan entregado al profesor sus proyectos, estos deberán discutirse, primero en su equipo y después en el grupo.

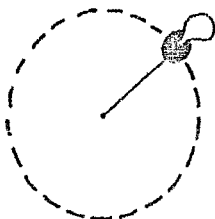
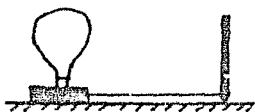
INDUCIDOS

En el caso en el que el profesor considere que los proyectos propuestos por los alumnos no sean adecuados para alcanzar los objetivos, podrá inducirles los experimentos indicados a continuación.

- 1) "MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME. EXPERIMENTO CON EL DISCO DE BAJA FRICCIÓN" (c)

A uno de los extremos de un hilo de 30 cm de longitud se le sujetará el disco y al otro extremo se le hará un pequeño ovillo. Se colocará este sistema sobre la mesa y por el ovillo se pasará un bolígrafo que servirá como eje de giro. Se le aplicará el impulsor

al disco para que empiece a girar. Una vez hecho esto, el alumno procederá a medir las siguientes variables:



- a) el periodo de un punto que esté en la parte media del hilo y de otro que esté en el extremo junto al disco,
- b) la velocidad angular de los puntos medio y extremo,
- c) la velocidad tangencial de los puntos anteriores, y
- d) la frecuencia de los mismos.

Hará un diagrama que ilustre este experimento y sobre él dibujará los vectores que representan las velocidades tangenciales y las aceleraciones y fuerzas centrípetas de los puntos medio y extremo.

Repetirá el experimento pero con una variante: sustituirá el hilo por un elástico. Impulsará el disco y medirá el incremento en la longitud del elástico. Impulsará nuevamente el disco con un impulso mayor y medirá el nuevo incremento. Comparará las mediciones y obtendrá la relación entre la velocidad del disco y la fuerza centrípeta.

2) "TIRO PARABOLICO. EXPERIMENTO CON EL DISCO DE BAJA FRICCIÓN"

El alumno marcará sobre la mesa de trabajo una cuadrícula que la abarque totalmente, la inclinará ligeramente y desde una de sus esquinas impulsará horizontalmente el disco, de tal manera que alcance a llegar a la esquina opuesta inferior. Durante el recorrido del disco, alguno de sus compañeros emitirá un sonido cada segundo, de tal manera que los demás, al escucharlo, vayan marcando el lugar por donde va pasando.

Después medirán las distancias que recorrió el disco cada segundo, tanto las horizontales como las verticales. Con esta información procederán a :

- a) comprobar si la componente horizontal del movimiento fué uniforme,

- b) medir la velocidad horizontal,
- c) comprobar si la componente vertical del movimiento fué o no uniforme, y
- d) medir la aceleración "vertical".

Del experimento el alumno deberá también concluir la independencia de las componentes horizontal y vertical del movimiento.

Una vez terminados los experimentos, el alumno entregará su Reporte de experimento. Posteriormente, en forma grupal, se discutirán los resultados de los equipos y se obtendrán conclusiones.

* REAFIRMACION

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

MOVIMIENTOS CIRCULAR UNIFORME Y PARABOLICO

1. Hemos estudiado dos tipos de movimiento curvilíneo: el circular y el parabólico. ¿Conoces otro? ¿Qué características de la velocidad varían en el movimiento curvilíneo: a) uniforme, b) variado?

2. En cada una de las figuras de este ejercicio tenemos la trayectoria de una partícula que se desplaza de A a B. Traza, en las figuras, el vector velocidad de la partícula en los puntos A y B, suponiendo que:



i) En la figura (a) el movimiento es uniforme.

ii) En la figura (b) el movimiento es uniformemente acelerado.

iii) En la figura (c) el movimiento es uni-

forme.

(v) En la figura (d) el movimiento es uniformemente acelerado. (c)

3. ¿Cómo puede un movimiento con velocidad de módulo constante ser un movimiento acelerado?

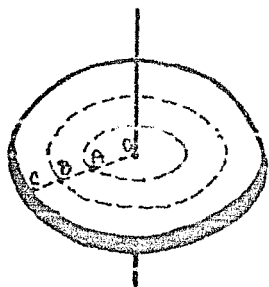
MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

4. ¿Cuál es la velocidad angular de la manecilla horario de un reloj? ¿Cuál la del minuterero? ¿Cuál la del segundero?

5. ¿Qué relación guarda la dirección de la fuerza centrípeta con respecto al centro del círculo descrito a medida que el cuerpo se mueve?

6. ¿Cómo varían el módulo y la dirección de la velocidad de un cuerpo si lo aceleramos en la misma dirección de la velocidad? ¿Y si lo aceleramos en una dirección perpendicular a la velocidad?

7. Refiriéndonos al disco de la figura que gira alrededor de un e



je con velocidad angular ω , ¿tienen todas sus partículas un movimiento circular con la misma velocidad angular? ¿Tienen todas la misma velocidad lineal? ¿Cómo varía la velocidad lineal si caminamos del eje hacia la periferia del disco? ¿Y la fuerza centrípeta? Dibuja los vectores velocidad y fuerza de los

puntos A, B y C.

MOVIMIENTO PARABOLICO

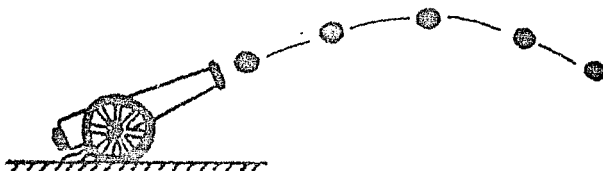
8. Un aeroplano vuela con rapidez constante en línea recta paralela a la horizontal cuando el piloto suelta una luz de bengala.

¿Dónde se encontrará el aeroplano en relación con la luz de bengala cuando ésta choque con la Tierra?

9. Considera la trayectoria de la bala en la siguiente figura.

a) ¿En qué punto su velocidad vertical es máxima? (Puedes encontrar más de un punto)

b) ¿En qué punto su velocidad horizontal es máxima?



c) ¿Dónde es mínima su velocidad vertical?

d) Di el nombre de la curva recorrida por la bala.

10. Haciendo uso de la fotografía estroboscópica que te proporcionará el profesor (ver pág. siguiente), mide las velocidades horizontales de la pelota de la derecha, en el primer intervalo, en u no de enmedio y en el último. La componente horizontal del movimiento, ¿es uniforme? Ahora calcula para ambas pelotas su aceleración.

ACTIVIDADES

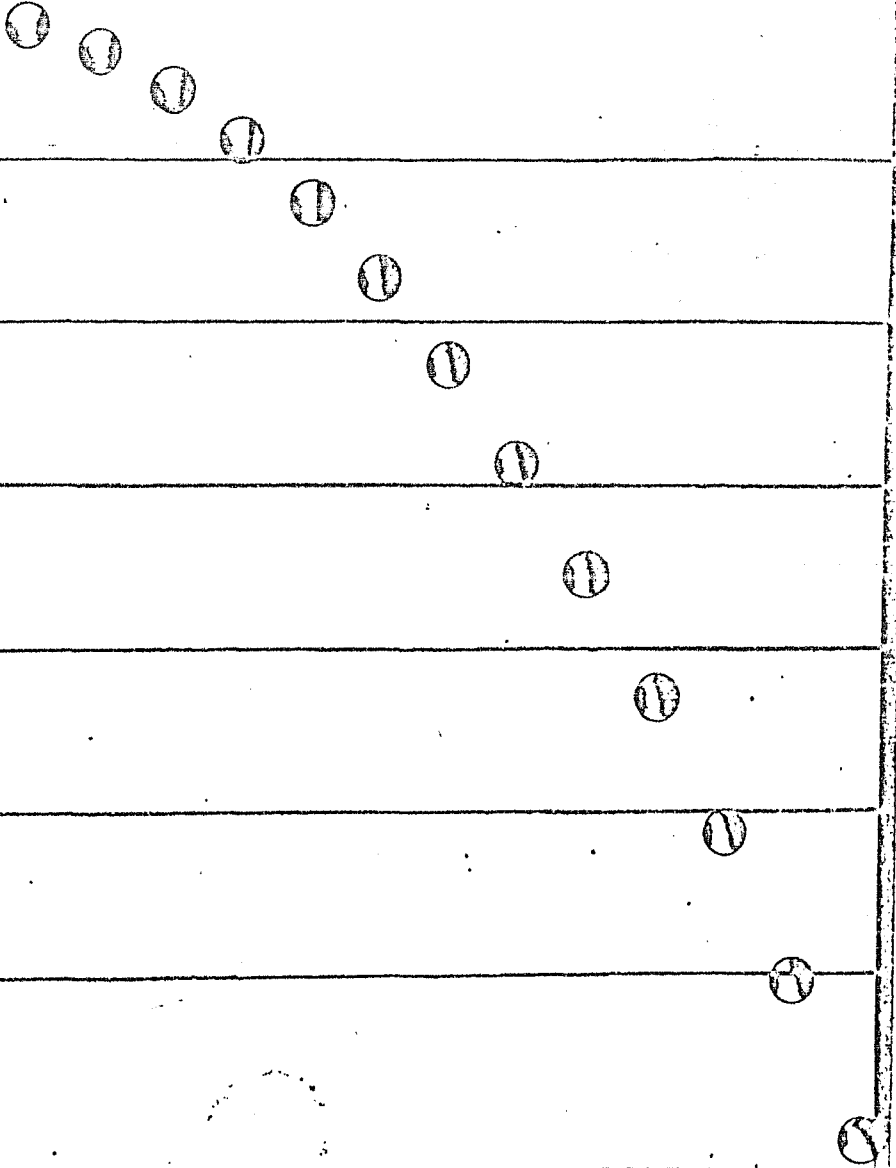
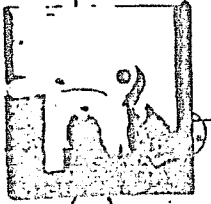
Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades pre digan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Pos teriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que dis cutan en grupo los resultados de dichas actividades.

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

1. Comprueba, midiendo en tu casa, cuántas revoluciones por minuto (r.p.m.) efectúa un disco. Con esa información calcula: a) su período, b) su frecuencia, c) su velocidad angular y d) la velocidad de un punto de su periferia.

2. Toma un vaso de plástico conteniendo agua y hazlo describir un movimiento circular uniforme en un plano vertical, mediante un hi lo de 98 cm de longitud. ¿Con qué velocidad angular mínima debe gi rar para que no se derrame el agua? Si el vaso contiene 10 cm³ de agua, ¿cuál es la fuerza centrípeta? Comprueba tus respuestas.

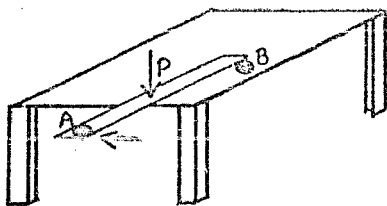
Fotografía de exposición múltiple de dos pelotas de golf, una de ellas proyectada horizontalmente al mismo tiempo que la otra se dejaba caer libremente. Las líneas horizontales estaban separadas quince centímetros y los intervalos entre cada dos exposiciones eran de $1/30$ de segundo.



3. Traza sobre la mesa de laboratorio una circunferencia de 60 cm de diámetro. Impulsa el disco de baja fricción y trata de que siga la trayectoria circular. Para lograr esto último, pide a tus compañeros de equipo que empujen con sus bolígrafos al disco. Descubre (o comprueba) cuál es la dirección más apropiada para aplicar las fuerzas que mantengan con movimiento circular uniforme al disco.
4. A uno de los extremos de un hilo de 15 cm de longitud amárrale el disco de baja fricción y al otro extremo hazle un pequeño ovillo. Coloca este sistema sobre la mesa y por el ovillo pasa un bolígrafo que sirva como eje de giro. Aplica el impulsor al disco para que empiece a girar. Una vez que esté girando, quita rápidamente el bolígrafo, de tal manera que el disco siga libremente su trayectoria. ¿Qué tipo de trayectoria seguirá? Compruébalo y explica.

MOVIMIENTO PARABOLICO

5. Emplea una regla apoyada parcialmente sobre una mesa y dos monedas, A y B, colocadas una de ellas cerca de la orilla a un lado de la regla y la otra sobre el otro extremo de la regla (por fuera de la mesa).



Fija la regla con un dedo en el punto P, de manera que pueda girar alrededor de ese punto. Dá un golpe rápido en el extremo

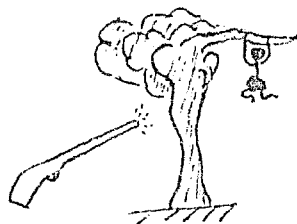
libre de la regla, como se indica en la figura. Observa las trayectorias de ambas monedas y comprueba si A cae verticalmente y si B, en el mismo instante, es lanzado horizontalmente.

Repite el procedimiento y escuchando con atención el ruido que produzcan al llegar al suelo, comprueba si tardaron lo mismo en caer. Repite una vez más el procedimiento dando un golpe más fuerte a la regla, para que B adquiriera una mayor velocidad inicial. ¿Siguen cayendo simultáneamente las dos monedas? ¿Dirías tú que ha quedado comprobada así la independencia de los dos movimientos (horizontal y vertical) de la moneda B?

COMENTARIOS

MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES. Sería conveniente aproximarse al movimiento en dos dimensiones de manera poligonal, o sea, que en lugar de pensar en una fuerza constante, se piense en una serie de impulsos.

MOTIVACION. PREGUNTA 7. Se sugiere añadir, al final de esta pregunta, la siguiente frase: "Y si el chango está a una altura diferente de la del rifle, como se muestra en la figura, ¿acertará?"



EXPERIMENTO INDUCIDO 1. Se sugiere suprimir del último párrafo lo siguiente: "Impulsará el disco y medirá. . . . y la fuerza centrípeta". Esta parte será sustituida por:

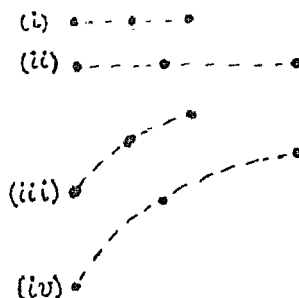
Se medirá la masa del disco, su velocidad tangencial y su radio de giro y con estos datos calculará la fuerza centrípeta, $F = mv^2/r$. Por otro lado medirá la fuerza centrípeta jalando, con el dinamómetro, el elástico que estuvo atado al disco, hasta estirarlo una longitud igual a la del radio de giro.

Se compararán estos dos resultados obtenidos para la fuerza.

Se sugiere añadir también, que midan la velocidad tangencial del disco a partir del momento en que se quita el bolígrafo que sirve de eje de giro.

REAFIRMACION. PREGUNTAS Y PROBLEMAS 2.

Se sugiere cambiar las cuatro figuras por otras tantas que sugieran una fotografía estroboscópica.



Sección 2.5

TRABAJO Y ENERGIA MECANICA

Contenidos:

- * Trabajo Mecánico.
- * Potencia Mecánica.
- * Energía Potencial.
- * Energía Cinética.
- * Conservación de la Energía Mecánica.

* MOTIVACION

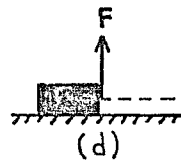
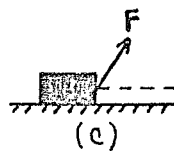
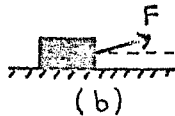
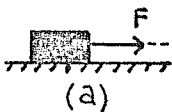
PREGUNTAS

Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

TRABAJO MECANICO

1. Si desplazamos un cuerpo empujándolo, ¿en qué caso ejercemos una fuerza mayor: si la superficie es horizontal o si lo hacemos subir por una superficie inclinada? ¿En qué caso nos cansamos más? ¿Hay alguna relación entre nuestro cansancio y la distancia que movemos el cuerpo en cada caso? ¿Consideras que hay alguna relación entre el cansancio, la fuerza ejercida y la distancia recorrida?

2. En la figura tenemos una misma fuerza actuando sobre un cuerpo que se mueve sobre una superficie horizontal, pero la fuerza actúa en cada caso en una dirección diferente respecto a la del movimiento. ¿Realiza la fuerza el mismo trabajo en cada caso? ¿Cuándo es mayor el trabajo? ¿Cuándo es menor? ¿Cómo medirías el trabajo en cada caso?



TRABAJO Y POTENCIA MECANICA

3. El consumo de gasolina en un automóvil, ¿depende de la distancia recorrida?, ¿de la fuerza ejercida por el motor?, ¿de la velocidad con que se mueve?
4. Si subes una escalera, ¿depende el trabajo realizado de la altura subida? ¿Depende de la velocidad con que subas? ¿Cuándo haces el trabajo con más rapidez: si subes despacio o de prisa? ¿Cuándo te cansas más?

ENERGIAS POTENCIAL Y CINETICA Y SU CONSERVACION

5. Cuando un cuerpo cae libremente, ¿qué le ocurre a la energía potencial inicial?
6. Considérese la expresión $EC + EP = \text{Constante}$, o su equivalente, $\frac{1}{2}mv^2 + EP = \text{Constante}$. Si el cuerpo se mueve en una dirección en la que su energía potencial aumenta, ¿cómo debe variar su energía cinética? ¿Cómo varía su velocidad? Si el cuerpo se mueve en una dirección en la que su energía potencial disminuye, ¿cómo varía su energía cinética? ¿y su velocidad?
7. El argumento de una película cinematográfica se basó en el descubrimiento de una sustancia llamada "boligoma". Esta sustancia podía rebotar más arriba que la altura desde donde se soltaba. Explica si el boligoma puede o no existir en la realidad.

ACTIVIDADES

Solicitar a los alumnos que antes de realizar las actividades predigan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Posteriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

TRABAJO MECANICO

1. Coge un objeto pesado, por ejemplo un banco de laboratorio, y

sostenlo levantado frente a tí durante dos minutos. ¿Estás realizando un trabajo? Coloca ahora el banco sobre una mesa. ¿Está realizando trabajo la mesa? Esta podrá sostener el banco tanto tiempo como sea preciso sin esfuerzo y sin necesidad de una fuente de energía externa. En contraste, tú necesitas de una fuente de energía externa, alimentos, para hacer lo mismo. ¿Es esto una paradoja? Explica.

ENERGIAS POTENCIAL Y CINETICA Y SU CONSERVACION

2. Deja caer una pelota, ¿rebota hasta la altura de donde partió? En caso de que tu respuesta sea negativa, explica por qué.

* TEORIA

EXPOSICION

El profesor hará la exposición teórica de acuerdo a los contenidos, retomando algunas de las Actividades para apoyar dicha exposición.

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

El profesor seleccionará algunas preguntas y problemas de los libros de texto y consulta, para ilustrar la teoría expuesta. También se podrán dejar de tarea.

* EXPERIMENTOS

SOLICITADOS

El profesor solicitará a los alumnos un proyecto de experimento cu

los objetivos sean:

- 1º) Medir Trabajo Mecánico.
- 2º) Medir Energía Potencial.
- 3º) Medir Energía Cinética.
- 4º) Comprobar la Conservación de la Energía Mecánica.

Una vez que los alumnos hayan entregado al profesor sus proyectos, estos deberán discutirse, primero en su equipo y después en el grupo.

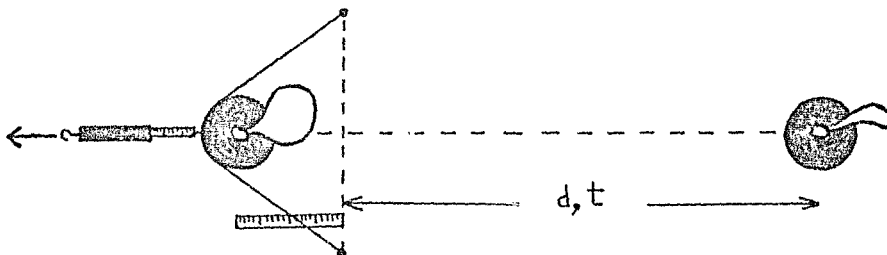
INDUCIDOS

En el caso en el que el profesor considere que los proyectos propuestos por los alumnos no sean adecuados para alcanzar los objetivos, podrá inducirles los experimentos indicados a continuación.

1) "MEDICION DE TRABAJO Y ENERGIA MECANICA. EXPERIMENTO CON EL DISCO DE BAJA FRICCION"

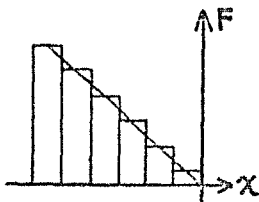
El alumno conseguirá un elástico de aproximadamente 25 cm de longitud. Sujetará uno de los extremos y jalará el otro con un dinamómetro, anotando para cada centímetro de estiramiento la respectiva fuerza aplicada. Hará cinco lecturas y con ellas una gráfica, de la cuál obtendrá la constante de elasticidad del elástico.

Posteriormente sujetará sobre la mesa los dos extremos del elástico, sin estirar. Colocará, perpendicularmente a éste, una regla. Hecho esto, jalará con un dinamómetro el elástico por su parte me



dia e irá anotando para cada centímetro de avance del punto medio

del elástico, la correspondiente fuerza indicada en el dinamómetro.



Con las medidas de longitud y fuerza construirá un histograma y a partir de este calculará el trabajo hecho sobre el elástico. Estando el elástico en su máximo estiramiento, le medirá su incremento de longitud y después le colocará enfrente el disco con el

globo inflado y soltará el elástico, de tal manera que salga disparado el disco. Medirá el tiempo que tarda en recorrer cierta distancia, a partir de la posición en que no se había estirado, y así calculará la velocidad y la energía cinética. De esta manera podrá comparar el cambio en la energía cinética del disco con el cambio en la energía potencial del elástico y con el trabajo que se le aplicó por medio del resorte.

Una vez terminados los experimentos, el alumno entregará su Reporte de experimento. Posteriormente, en forma grupal, se discutirán los resultados de los equipos y se obtendrán conclusiones.

* REAFIRMACION

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

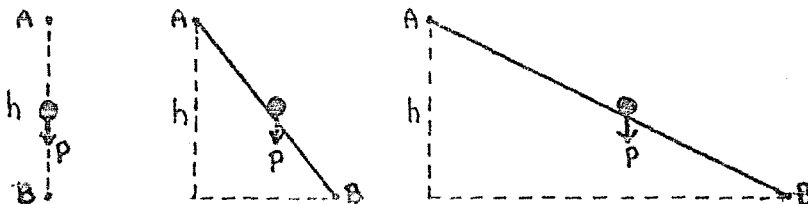
Solicitar a los alumnos que escriban individualmente sus respuestas, luego las discutan por equipo y finalmente en el grupo.

TRABAJO MECANICO

1. Un cuerpo se mueve horizontalmente sobre una mesa. ¿Cuál es la dirección del peso en relación con la dirección del desplazamiento? ¿Cuál es el trabajo realizado por el peso? ¿Cuál es el trabajo de la fuerza normal que la superficie ejerce sobre el cuerpo?
2. En un movimiento circular, ¿qué dirección tiene el desplazamiento del cuerpo? ¿Y la fuerza centrípeta aplicada al cuerpo? ¿Cuál

es, entonces, el trabajo realizado por la fuerza centrípeta al mo ver el cuerpo circularmente?

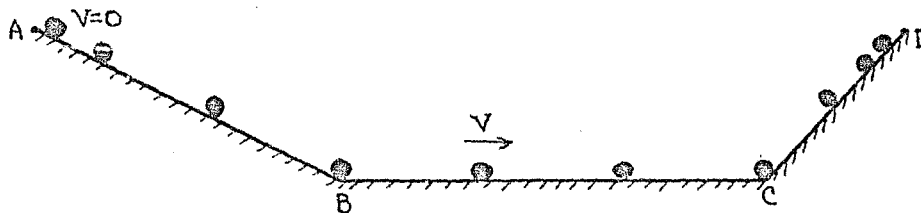
3. Refiriéndonos a los tres casos ilustrados en la figura, en que la diferencia de altura entre los puntos A y B es la misma: a) la distancia recorrida por el cuerpo, ¿es la misma en cada caso?, b) el trabajo realizado por el peso P, ¿es el mismo en cada caso?



ENERGIAS POTENCIAL Y CINÉTICA Y SU CONSERVACION

4. ¿Es posible ejercer una fuerza y al mismo tiempo no transferir energía?

5. En la figura se ha indicado a intervalos iguales a una décima de segundo la posición de una bola que, partiendo del punto A, cae primero por un plano inclinado, después rueda por un plano horizontal y, finalmente, asciende por un segundo plano cuya inclinación es diferente a la del primero.



Describe el movimiento de la bola. a) ¿Cómo varía la energía potencial durante los trayectos AB, BC y CD? b) ¿Cómo varía la energía ci nética en los mismos trayectos? c) ¿Cómo varía la energía total? d) ¿Qué relación deben guardar las alturas de los puntos A y D? e) Describe las transformaciones de energía que ocurren en cada trayecto.

ACTIVIDADES

Se solicitará a los alumnos que antes de realizar las actividades predigan, por escrito y argumentando, lo que esperan que suceda. Posteriormente, que realicen las actividades y, finalmente, que discutan en grupo los resultados de dichas actividades.

TRABAJO Y POTENCIA MECANICA

1. Sube por la escalera del edificio del laboratorio y mide el tiempo que tardas. Conociendo el valor de tu propia masa, responde a las siguientes preguntas: a) ¿Qué trabajo realizaste al subir la escalera? b) ¿Qué potencia desarrollaste al realizar lo anterior? Compara este valor con la potencia desarrollada por otros compañeros al efectuar la misma tarea. c) Halla cuál es la potencia de un foco de tu casa. ¿Cuántos focos iguales a ese se podrían encender empleando la potencia que desarrollaste al subir la escalera?

TRABAJO MECANICO Y ENERGIA CINETICA

2. Coloca un cuaderno o un libro sobre la mesa y jálalo con el dinamómetro. Mide la fuerza de fricción dinámica. Dá-le un empujón al disco y mide la distancia que recorre antes de detenerse. ¿Cuál fué el trabajo de la fuerza de fricción? ¿Puedes estimar cuál fué la energía cinética inicial del cuerpo?

ENERGIA POTENCIAL Y CONSERVACION DE LA ENERGIA MECANICA

3. Toma una pelota de hulespuma y mide su masa. Suéltala desde una altura conocida y mide la altura a la cual regresa luego de chocar con el suelo. Con los valores de masa y alturas que obtengas, responde: a) ¿Cuál es la energía potencial que poseía la pelota en el instante en que la dejaste caer? b) ¿Cuál es el valor de la energía potencial de la misma cuando llegó a la altura máxima del rebote? c) Basándote en tus respuestas anteriores, calcula la cantidad de energía mecánica que la bola perdió al chocar con el suelo. d) ¿Qué sucede con la energía mecánica que pierde la pelota?

COMENTARIOS: Para esta sección no los hay.

Capítulo 3. EVALUACION DEL MODELO

Uno de los principales procedimientos de evaluación del Modelo Metodológico consistió en aplicar a los alumnos un cuestionario de diagnóstico de conocimientos antes de iniciar el estudio de cada uno de los cinco Temas. Posteriormente, al finalizar cada uno de estos, se les aplicó nuevamente un examen de conocimientos similar al del inicio del Tema. Comparando los resultados del cuestionario y del examen se pudo medir el aprovechamiento de los alumnos, lo cual viene a ser una parte de la evaluación del Modelo.

La evaluación parcial del Modelo se hizo de igual manera en cada uno de los Temas y está organizada de la siguiente manera:

DIAGNOSTICO

ACCIONES DEL MODELO METODOLOGICO

EVALUACION PARCIAL DEL MODELO

A continuación se explica cada una de estas partes.

DIAGNOSTICO

Aquí se muestran las preguntas del cuestionario, relacionado con los contenidos del Tema, que se aplicó a los alumnos antes de iniciar el estudio de dicho Tema. Se muestran también, textualmente, algunas de las respuestas más frecuentes. Estas últimas se han clasificado en dos tipos: aceptables, las que se aproximan a la respuesta correcta, e inaceptables, las que están totalmente alejadas de ella.

Se incluye una Tabla donde se muestran, para cada uno de los tres grupos académicos a los que se aplicó el Modelo y el cuestionario, los porcentajes de alumnos que dieron respuestas aceptables y de los que dieron respuestas inaceptables.

ACCIONES DEL MODELO METODOLOGICO

En esta sección se incluye una Tabla donde se muestran las cantidades y tipo de acciones —preguntas, problemas, actividades y experimentos— propuestas en el Modelo para estudiar cada uno de los contenidos del Tema. Esto se hace con la intención de obtener alguna relación entre el número de acciones y el aprendizaje de los alumnos.

EVALUACION PARCIAL DEL MODELO

En esta sección se muestran las preguntas del examen que se aplicó a los alumnos al finalizar el estudio del Tema. Se transcriben también, textualmente, algunas de las respuestas más frecuentes. Estas últimas se han clasificado en dos tipos: aceptables, las que se aproximan a la respuesta correcta, e inaceptables, las que están totalmente alejadas de ella.

Otro instrumento de evaluación fué el experimento que se les solicitó o indujo a los alumnos en cada Tema. Se muestra por medio de una Tabla, el porcentaje de alumnos de cada grupo académico que entregaron proyecto, que asistieron a realizar el experimento y que entregaron reporte. El porcentaje también se desglosa por calificaciones obtenidas por los alumnos en el proyecto y en el reporte.

Los porcentajes de alumnos que entregaron proyecto, asistieron a realizar el experimento y entregaron reporte también se muestran, por medio de una gráfica de barras.

Por último, se comparan a través de una gráfica de barras, los re

sultados del cuestionario de diagnóstico contra los del examen de evaluación. Esto es, el porcentaje de alumnos de cada grupo que comprendían los conceptos del Tema antes de iniciar su estudio, contra el porcentaje de los que los comprendieron al finalizarlo. De esta manera se pretende medir el avance logrado por los estudiantes a través de la aplicación del Modelo Metodológico.

La evaluación de los aprendizajes de los alumnos es parte de la evaluación del modelo, pero hay otros aspectos que también deben considerarse. Entre estos se pueden mencionar:

- el modelo es reproducible, ya que los dispositivos experimentales elaborados por los alumnos están hechos en base a materiales de fácil adquisición,
- el modelo fomenta la participación y la creatividad en los alumnos.

A continuación se presenta la evaluación del modelo a través de cada uno de los contenidos temáticos.

Sección 3.1

VELOCIDAD

Contenidos:

- * Velocidad Constante.
- * Velocidad Media.
- * Velocidad Instantánea.

* DIAGNOSTICO

Antes de iniciar el Tema se aplicó a los alumnos un cuestionario cuya pregunta estaba relacionada con aquel.

A continuación se muestra la pregunta con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es velocidad.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es la resultante de la distancia y el tiempo".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es la cantidad de movimiento que lleva un cuerpo".

2ª) "Es la cantidad de tiempo que se utiliza para realizar algún trabajo".

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 1: Resultados del Cuestionario.

PREGUNTA REFERENTE	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (16 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (24 alumnos)	
A	aceptable	incept.	aceptable	incept.	aceptable	incept.
Velocidad	25%	75%	22%	78%	21%	79%

De lo anterior puede verse que, a pesar de que los alumnos han tenido bastante relación en su vida diaria con el concepto velocidad, este no está claro aún para la mayoría de ellos.

* ACCIONES DEL MODELO METODOLOGICO

Cada uno de los contenidos del Tema se abordó por medio de diferentes acciones propuestas en el Modelo.

A continuación se muestra, en forma tabular, la relación entre los contenidos del tema y el número y tipo de acciones propuestas en el modelo para tratar de alcanzarlos.

TABLA 2

CONTENIDOS DEL TEMA	CANTIDAD Y TIPO DE ACCIONES							
	MOTIVACION		TEORIA		EXPERIMENTOS		REAFIRMACION	
	preg.	activ.	expos.	p.y p.	solicit.	induc.	p.y p.	activ.
v.unif.	3	3	1	1	1	1	3	0
v.media	0	0	1	1	1	1	1	1
v.inst.	2	3	1	1	1	1	2	0

NOTA:

preg.- preguntas
 activ.- actividades
 expos.- exposición

p.y p.- preguntas y problemas
 solicit.- solicitados
 induc.- inducidos

* EVALUACION PARCIAL DEL MODELO

Uno de los instrumentos de evaluación fué el examen aplicado a los alumnos al término del tema. La pregunta, basada en los Contenidos, fué la misma que en el cuestionario de diagnóstico. A continuación se muestran las preguntas con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es velocidad.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es la relación que hay entre distancia y tiempo".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es la aceleración o desaceleración de un móvil en un tiempo dado".

2ª) "Es la que al darle un impulso, este permanece constante".

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 3: Resultados del Examen de Evaluación.

PREGUNTA REFERENTE	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (16 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (24 alumnos)	
A	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.
Velocidad	69%	31%	83%	17%	75%	25%

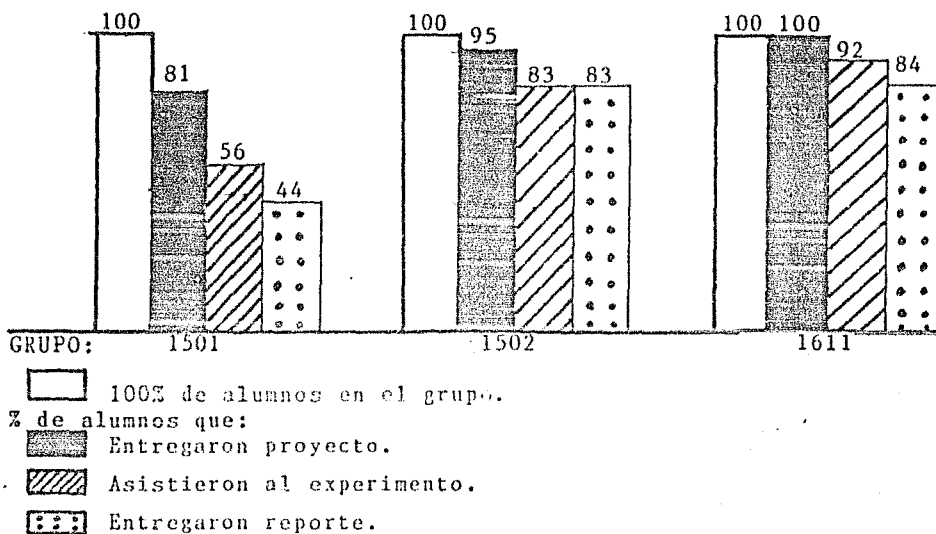
Otro instrumento de evaluación fué el experimento. A los alumnos se les solicitó un proyecto de experimento adecuado a los contenidos del tema y se les calificó. Se registró su asistencia el día del experimento. Se les solicitó un reporte. En la siguiente tabla se muestra la información referente a estos tres aspectos.

TABLA 4

CALIFICACION Y PORCENTAJE (%) DE ALUMNOS QUE:							
		grupo 1501 (16 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (25 alumnos)	
entregaron proyecto		MB-19%		MB- 6%		MB- 4%	
		B-19%		B-39%		B-24%	
		S-13%		S-28%		S-48%	
		NA- <u>30%</u>		NA- <u>22%</u>		NA- <u>24%</u>	
	Total	81%		Total	95%	Total	100%
asistieron al							
experimento		56%		83%		92%	
entregaron reporte	MB	25%		72%		48%	
	B	19%		6%		24%	
	S	0%		6%		12%	
	NA	<u>0%</u>		<u>0%</u>		<u>0%</u>	
	TOTAL	44%		83%		84%	

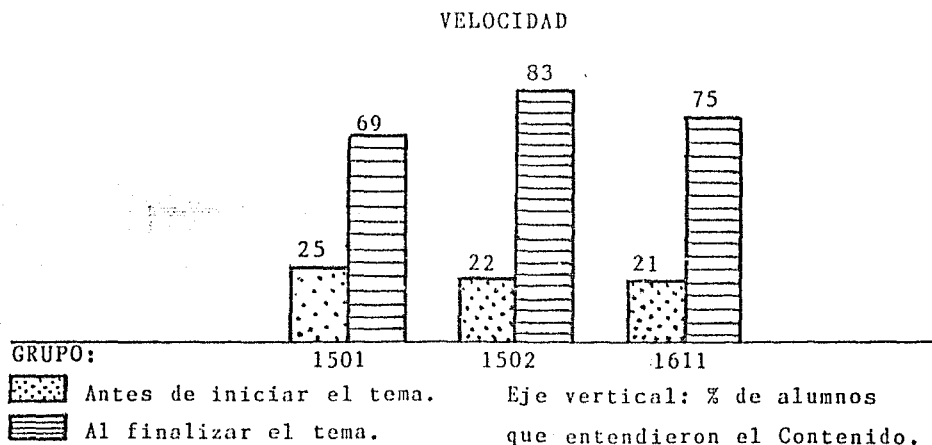
A continuación se muestran gráficamente los resultados de la Tabla 4.

GRAFICA 1



La siguiente gráfica compara, basándose en los resultados de los exámenes de diagnóstico y evaluación, los porcentajes de alumnos que habían entendido los contenidos del tema antes de iniciarlo, contra los que los entendieron por medio del modelo metodológico.

GRAFICA 2: Comprensión de Contenidos antes y después de aplicar el Modelo.



Sección 3.2

FUERZA Y ACELERACION

Contenidos:

- * Aceleración.
- * 1ª Ley de Newton.
- * 2ª Ley de Newton.
- * 3ª Ley de Newton.

* DIAGNOSTICO

Antes de iniciar el Tema se aplicó a los alumnos un cuestionario cuyas preguntas estaban relacionadas con los contenidos.

. A continuación se muestran las preguntas con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es aceleración.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es el cambio de velocidad".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Una especie de velocidad instantánea".

Pregunta 2.

Explica qué es Fuerza.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Una cantidad vectorial con dirección y sentido que es capaz de producir un trabajo".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es la energía que se le aplica a un objeto para realizar un movimiento".

En la siguiente tabla se muestran, para dos conceptos, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 1: Resultados del Cuestionario

PREGUNTA REFERENTE A	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (16 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (24 alumnos)	
	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.
Aceleración	38 %	62 %	39 %	61 %	33 %	67 %
Fuerza	44 %	56 %	28 %	72 %	29 %	71 %

Como puede verse de los resultados arriba señalados, la mayoría de los alumnos no tienen aún claridad en esos dos conceptos, a pesar de haberlos visto en cursos anteriores y de ser usados en su vida diaria.

* ACCIONES DEL MODELO METODOLOGICO

Cada uno de los contenidos del tema se abordó por medio de diferentes acciones propuestas en el Modelo.

A continuación se muestra, en forma tabular, la relación entre los contenidos del tema y el número y tipo de acciones propuestas en el modelo para tratar de alcanzarlos.

TABLA 2

CONTENIDOS DEL TEMA	CANTIDAD Y TIPO DE ACCIONES							
	MOTIVACION		TEORIA		EXPERIMENTOS		REAFIRMACION	
	preg.	activ.	expos.	p.y p.	solicit.	induc.	p.y p.	activ.
Aceleración	0	0	1	2	1	1	3	1
2ª ley	2	2	1	4	1	1	1	0
1ª ley	2	1	1	2	0	0	0	2
3ª ley	1	1	1	2	0	0	2	1

ABREVIATURAS:

preg.- preguntas
activ.- actividades
expos.- exposición

p.y p.-preguntas y problemas
solicit.- solicitados
induc.- inducidos

* EVALUACION PARCIAL DEL MODELO

Uno de los instrumentos de evaluación fué el examen aplicado a los alumnos al término del tema. Las preguntas, basadas en los contenidos, fueron similares a las del diagnóstico. A continuación se muestran las preguntas con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es aceleración uniforme.

Respuestas Aceptables:

1ª) "En la aceleración uniforme, a tiempos iguales, distancias mayores. Existe un incremento proporcional en la velocidad".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "La aceleración va aumentando proporcionalmente, si la fuerza es constante."

- 2ª) "En la aceleración uniforme se va aumentando la fuerza, pero siempre en intervalos iguales".

Pregunta 2.

Si existe una fuerza resultante diferente de cero aplicada a un móvil, este: a) permanecerá en reposo, b) se moverá con velocidad uniforme, c) su movimiento será uniformemente acelerado. Escoge el (los) inciso(s) correcto(s) y explica.

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Se moverá uniformemente acelerado porque como se le va aplicando la misma fuerza, va a ir aumentando la velocidad".

Respuestas Inaceptables:

- 1ª) "Se moverá con velocidad uniforme, porque si estuviera en reposo, la resultante sería igual a cero".
- 2ª) "b) Si la fuerza es constante, se moverá con velocidad uniforme, que dice en tiempos iguales distancias iguales
"c) Y si la fuerza va aumentando uniformemente, se moverá uniformemente acelerado".

En la siguiente tabla se muestran, para dos conceptos, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 3: Resultados del Examen de Evaluación.

PREGUNTA REFERENTE	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (16 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (24 alumnos)	
	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.
Aceleración	69%	31%	83%	17%	75%	25%
Fuerza	56%	44%	67%	33%	29%	71%

Otro instrumento de evaluación fué el experimento. A los alumnos

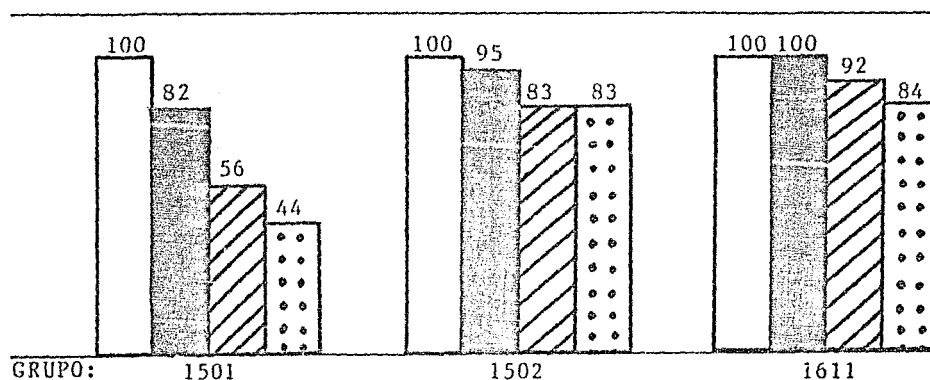
se les solicitó un proyecto de experimento adecuado a los contenidos del tema y se les calificó. Se registró su asistencia el día del experimento. Se les solicitó un reporte. En la siguiente tabla se muestra la información referente a estos tres aspectos.





TABLA 4

CALIFICACION Y PORCENTAJE (%) DE ALUMNOS QUE:				
		grupo 1501 (16 alumnos)	grupo 1502 (18 alumnos)	grupo 1611 (25 alumnos)
entregaron proyecto	MB	19 %	6 %	4 %
	B	19 %	39 %	24 %
	S	13 %	28 %	48 %
	NA	<u>31 %</u>	<u>22 %</u>	<u>24 %</u>
	TOTAL	82 %	95 %	100 %
asistieron al experimento		56 %	83 %	92 %
	MB	25 %	71 %	48 %
	B	19 %	6 %	24 %
	S	0 %	6 %	12 %
	NA	<u>0 %</u>	<u>0 %</u>	<u>0 %</u>
entregaron reporte		44 %	83 %	84 %
	MB	25 %	71 %	48 %
	B	19 %	6 %	24 %
	S	0 %	6 %	12 %
	NA	<u>0 %</u>	<u>0 %</u>	<u>0 %</u>
TOTAL	44 %	83 %	84 %	

A continuación se muestran gráficamente los resultados de la Tabla 4.

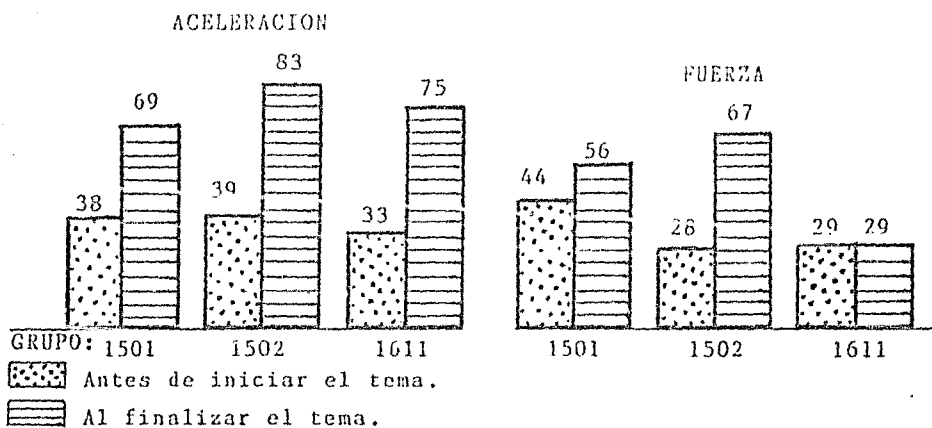
GRAFICA 1



-  100% de alumnos en el grupo.
 % de alumnos que:
 Entregaron proyecto.
 Asistieron al experimento.
 Entregaron reporte.

La siguiente gráfica compara, basándose en los resultados de los exámenes de diagnóstico y evaluación, los porcentajes de alumnos que habían entendido los contenidos del tema antes de iniciarlo, contra los que los entendieron por medio del modelo metodológico.

GRAFICA 2: Comprensión de contenidos antes y después de aplicar el Modelo



Eje vertical: % de alumnos que entendieron el contenido.

Sección 3.3

VECTORES Y EQUILIBRIO

Contenidos:

- * Vectores.
- * Suma de Vectores.
- * Equilibrio de Fuerzas.

*DIAGNOSTICO

Antes de iniciar el Tema se aplicó a los alumnos un cuestionario cuyas preguntas estaban relacionadas con los contenidos.

A continuación se muestran las preguntas y las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es una Cantidad Vectorial.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es una variable física con magnitud y dirección".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es una fuerza que lleva una dirección".

Pregunta 2.

Explica cómo se suman (o restan) dos o más vectores.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Con la Ley del Paralelogramo".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Se suman tomando en cuenta el número de resultantes que aparecen en él".

Pregunta 3.

Explica qué significa que una partícula esté en equilibrio.

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Que las fuerzas actuantes tienen un resultado de cero".
- 2ª) "Las fuerzas deben ser iguales".
- 3ª) "Que la misma fuerza aplicada de un lado se aplique en el otro extremo".

En la siguiente tabla se muestran, para los conceptos, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 1: Resultados del Cuestionario de Diagnóstico

PREGUNTA REFERENTE A	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (16 alumnos)		grupo 1502 (14 alumnos)		grupo 1611 (15 alumnos)	
	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.
Vectores	6 %	94 %	14 %	86 %	0 %	100 %
Suma Vect.	0 %	100 %	29 %	71 %	0 %	100 %
Equilibrio	81 %	19 %	86 %	14 %	60 %	40 %

De lo anterior puede verse que las ideas que tienen los alumnos a cerca del concepto vector son confusas y equivocadas. En cambio, el concepto equilibrio es bien entendido por la gran mayoría de e llos. Este diagnóstico indica que hay que poner más atención al concepto vector y su manejo.

* ACCIONES DEL MODELO METODOLOGICO

Cada uno de los contenidos del Tema se abordó por medio de diferentes acciones propuestas en el Modelo.

A continuación se muestran en forma tabular la relación entre los contenidos del tema y el número y tipo de acciones propuestas en el modelo para tratar de alcanzarlos.

TABLA 2

CONTENIDOS DEL TEMA	CANTIDAD Y TIPO DE ACCIONES							
	MOTIVACION		TEORIA		EXPERIMENTOS		REAFIRMACION	
	preg.	activ.	expos.	preg. y prob.	solicit.	induc.	preg. y prob.	activ.
Vectores	2	0	1	2	0	0	2	2
Suma Vect.	3	4	1	3	1	1	4	2
Equilibrio	4	3	1	2	1	1	6	2

NOTA:

preg.- preguntas preg. y prob.- preguntas y problemas
 activ.- actividades solicit.- solicitados
 expos.- exposición induc.- inducidos

* EVALUACION PARCIAL DEL MODELO

Uno de los instrumentos de evaluación fué el examen aplicado a los alumnos al término del tema. Las preguntas, basadas en los contenidos fueron similares a las del diagnóstico. A continuación se muestran las preguntas y respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica el concepto de Cantidad Vectorial.

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Las cantidades vectoriales son las que tienen módulo, dirección, sentido y se representan por flechas o líneas terminadas en punta la cuál dirá su dirección".

Respuestas Inaceptables:

- 1ª) "Cantidad vectorial para mí es que el vector puede ser grande o pequeño y se mide con la suma de sus vectores".

Pregunta 2.

Suma el vector A, de módulo 5 y dirección 30° , con el vector B, de módulo 3 y dirección 120° .

Respuestas

Para esta pregunta, en vez de transcribir textualmente las respuestas de los alumnos, se hacen los siguientes comentarios:

- 1ª) La mayoría de los alumnos que hicieron uso del método gráfico, obtuvieron un resultado correcto.
 2ª) Los alumnos que hicieron uso del método analítico, descomponiendo los vectores, quedaron entrampados en la matemática.

Pregunta 3.

Explica qué significa que una partícula esté en equilibrio

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Una partícula está en equilibrio cuando la suma de todas las fuerzas que actúan sobre esta es cero.

2ª) "Una partícula está en equilibrio cuando está inmóvil o cuando tiene una velocidad constante".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Que una partícula esté en equilibrio significa que su velocidad = 0 ó su aceleración es constante".

En la siguiente tabla se muestran, para cada contenido, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 3: Resultados del Examen de Evaluación

PREGUNTA REFERENTE A	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (13 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (21 alumnos)	
	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.
Vectores	77%	23%	61%	39%	57%	43%
Suma Vect.	54%	46%	44%	56%	48%	52%
Equilibrio	92%	8%	78%	22%	71%	29%

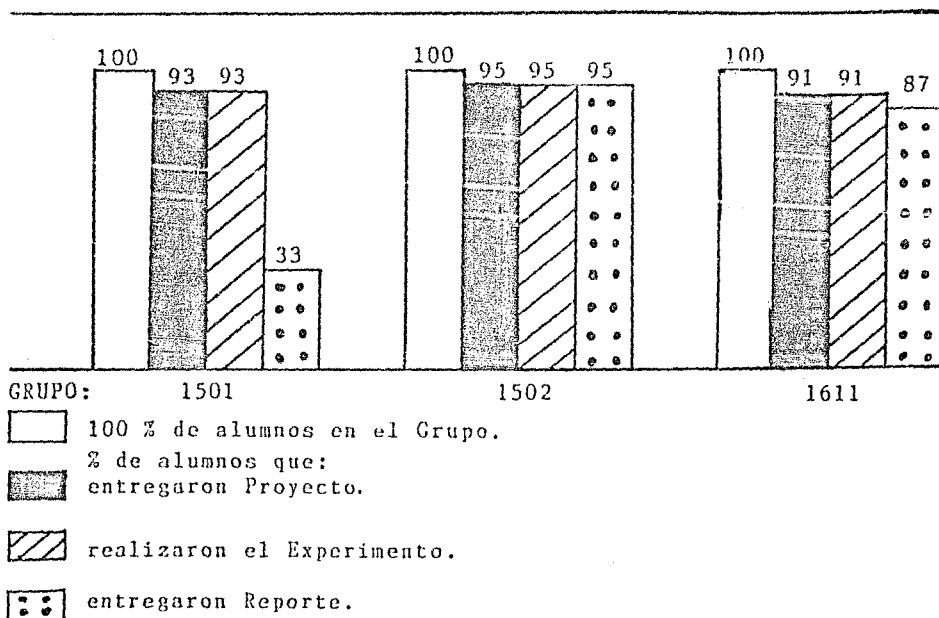
Otro instrumento de evaluación fué el experimento. A los alumnos se les solicitó un proyecto de experimento adecuado a los contenidos del tema y se les calificó. Se registró su asistencia el día del experimento. Se les solicitó un reporte. En la siguiente tabla se muestra la información referente a estos tres aspectos.

TABLA 4

CALIFICACION Y PORCENTAJE (%) DE ALUMNOS QUE:			
	grupo 1501 (15 alumnos)	grupo 1502 (20 alumnos)	grupo 1611 (23 alumnos)
entregaron proyecto	MB-13%	MB-40%	MB- 0%
	B-27%	B-25%	B-39%
	S-53%	S-30%	S-52%
	NA- 7%	NA- 5%	NA- 9%
asistieron al experimento	100%	100%	100%
entregaron reporte	MB-13%	MB-75%	MB-52%
	B-13%	B-20%	B-30%
	S- 7%	S- 5%	S- 5%
	NA-67%	NA- 0%	NA-13%

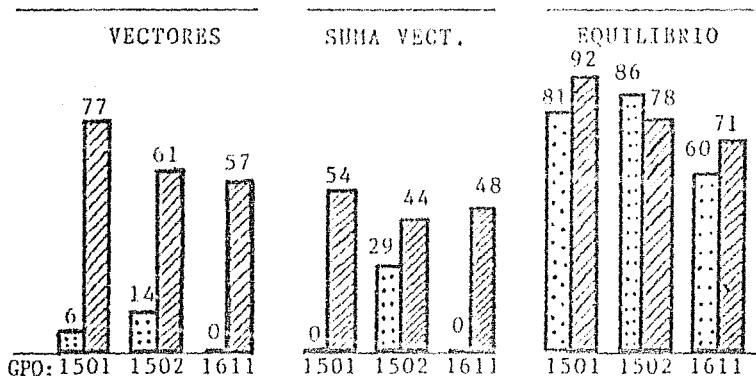
A continuación se muestran gráficamente los resultados de la Tabla 4.

GRAFICA 1



La siguiente gráfica compara, basándose en los resultados de los exámenes de diagnóstico y evaluación, los porcentajes de alumnos que habían entendido los conceptos del tema antes de iniciarlo, contra los que lograron entenderlos por medio del modelo metodológico.

GRAFICA 2 : Comprensión de Contenidos antes y después de aplicar el Modelo



NOTA:

eje vertical: % de alumnos que entendieron el Contenido.

antes de iniciar el tema.

al finalizar el tema.

Sección 3.4

MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES

Contenidos:

- * Movimiento Circular Uniforme.
- * Movimiento Parabólico.

* DIAGNOSTICO

Antes de iniciar el Tema se aplicó a los alumnos un cuestionario cuyas preguntas estaban relacionadas con los Contenidos.

A continuación se muestran las preguntas con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es un movimiento circular uniforme e indica cuáles son las causas que lo producen.

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Es un movimiento en que un objeto siempre se encuentra a la misma distancia de un punto, siendo este movimiento uniforme (recorre distancias iguales en tiempos iguales formando un círculo). La fuerza centrífuga lo produce".

Respuestas Inaceptables:

- 1ª) "Es el de los planetas. Lo produce la fuerza de gravedad".

Pregunta 2.

Explica qué es un movimiento parabólico e indica cuáles son las

causas que lo producen.

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Es el movimiento parabólico en el recorrido de su trayectoria. Se va formando una parábola. En este movimiento actúa la fuerza de gravedad. Por ejemplo, al lanzar una piedra, esta al caer forma la parábola".

Respuestas Inaceptables:

- 1ª) "Desplazamiento de un cuerpo describiendo una parábola por su forma o estructura y a que la fuerza en el cuerpo va disminuyendo".

En la siguiente tabla se muestran, para cada concepto, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 1: Resultados del Cuestionario de Diagnóstico

PREGUNTA REFERENTE	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (13 alumnos)		grupo 1502 (19 alumnos)		grupo 1611 (24 alumnos)	
A:	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.	aceptable	inacept.
mov. circ.	23%	77%	32%	68%	63%	37%
mov. parab.	38%	62%	16%	84%	13%	87%

Hay que aclarar que la gran mayoría de los alumnos sí saben qué es cada uno de estos movimientos; lo que no tienen claro son las causas que los producen.

* ACCIONES DEL MODELO METODOLOGICO

Cada uno de los Contenidos del Tema se abordó por medio de diferentes acciones propuestas en el Modelo.

A continuación se muestra, en forma tabular, la relación entre los contenidos del tema y el número y tipo de acciones propuestas en el modelo para tratar de alcanzarlos.

TABLA 2

CONTENIDOS DEL TEMA	CANTIDAD Y TIPO DE ACCIONES							
	MOTIVACION		TEORIA		EXPERIMENTOS		REAFIRMACION	
	preg. activ.	expos.	p.y p.	p.	solicit.	induc.	p.y p.	activ.
Mov. Circ.	6	3	1	2	1	1	7	4
Mov. Parab.	6	3	1	2	1	1	6	1

CLAVE:

preg.- preguntas

activ.- actividades

expos.- exposición

p.y p.- preguntas y problemas

solicit.- solicitados

induc.- inducidos

* EVALUACION PARCIAL DEL MODELO

Uno de los instrumentos de evaluación fué el examen aplicado a los alumnos al término del tema. Las preguntas, basadas en los contenidos, fueron similares a las del diagnóstico. A continuación se muestran las preguntas con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1

Explica qué es un movimiento circular uniforme e indica cuáles son las causas que lo producen.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es aquel cuya trayectoria es una circunferencia y lleva una velocidad constante en todo el movimiento; es provocado por una fuerza centrípeta".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es el que lleva una trayectoria tangencial. Lo que hace que sea circular es la fuerza centrípeta, que jala al cuerpo hacia el centro y con ayuda de la fuerza tangencial hace que sea un movimiento circular uniforme".

Pregunta 2

Explica qué es un movimiento parabólico e indica cuáles son las causas que lo producen.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es el movimiento curvo de un cuerpo que se proyecta en el aire, con velocidad horizontal y velocidad vertical independientes una de la otra".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es el movimiento de un objeto que lleva un desplazamiento en curva. Causas: tiene dos fuerzas que lo producen, una horizontal que será constante y una vertical que será acelerada".

En la siguiente tabla se muestran, para cada concepto, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 3: Resultados del Examen de Evaluación.

PREGUNTA REFERENTE A	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (13 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (21 alumnos)	
	accept.	inaccept.	accept.	inaccept.	accept.	inaccept.
mov. circ.	85%	15%	89%	11%	71%	29%
mov. parab.	62%	38%	61%	39%	43%	57%

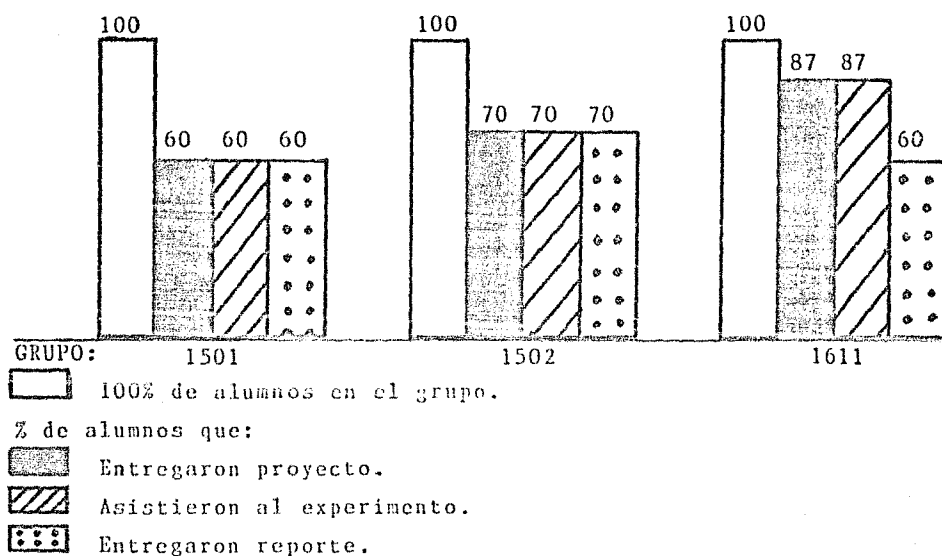
Otro instrumento de evaluación fué el experimento. A los alumnos se les solicitó un proyecto de experimento adecuado a los Contenidos del tema y se les calificó. Se registró su asistencia el día del experimento. Se les solicitó un reporte. En la siguiente tabla se muestra la información referente a estos tres aspectos.

TABLA 4

CALIFICACION Y PORCENTAJE (%) DE ALUMNOS QUE:				
		grupo 1501 (15 alumnos)	grupo 1502 (20 alumnos)	grupo 1611 (23 alumnos)
	MB	0%	0%	0%
entregaron	B	13%	15%	0%
proyecto	S	47%	30%	26%
	NA	0%	25%	61%
	TOTAL	60%	70%	87%
asistieron al				
experimento		60%	70%	87%
	MB	13%	0%	0%
entregaron	B	13%	15%	4%
reporte	S	7%	10%	30%
	NA	27%	45%	26%
	TOTAL	60%	70%	60%

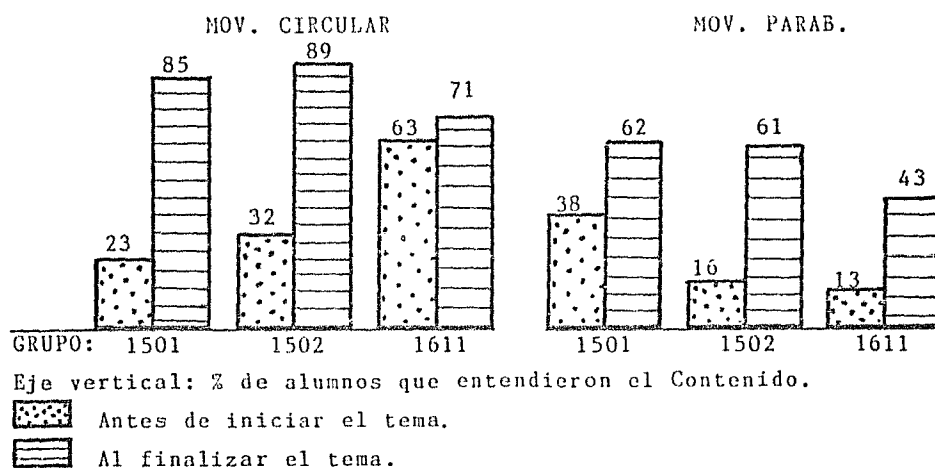
A continuación se muestran gráficamente los resultados de la Tabla 4.

GRAFICA 1



La siguiente gráfica compara, basándose en los resultados de los exámenes de diagnóstico y evaluación, los porcentajes de alumnos que habían entendido los conceptos del tema antes de iniciarlo, contra los que los entendieron por medio del modelo metodológico.

GRAFICA 2: Comprensión de Contenidos antes y después de aplicar el Modelo



Sección 3.5

TRABAJO Y ENERGIA MECANICA

Contenidos:

- * Trabajo Mecánico.
- * Potencia Mecánica.
- * Energía Potencial.
- * Energía Cinética.
- * Conservación de la Energía Mecánica.

* DIAGNOSTICO

Antes de iniciar el Tema se aplicó a los alumnos un cuestionario cuyas preguntas estaban relacionadas con los Contenidos. A continuación se muestran las preguntas con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es Trabajo Mecánico.

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Es la transformación de la energía aplicada a masas que recorren una distancia".

Respuestas Inaceptables:

- 1ª) "Es la actividad que se realiza utilizando ciertas herramientas o máquinas".

Pregunta 2.

Explica qué es Potencia Mecánica.

Respuestas Aceptables:

- 1ª) "Es la rapidez con que se aplica dicha energía o fuerza a un objeto".

Respuestas Inaceptables:

- 1ª) "La cantidad de fuerza aplicada a un cuerpo para realizar un trabajo".

Pregunta 3.

Explica qué es Energía Potencial.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es la capacidad de fuerza (energía) pero que permanece en reposo".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es la que tiene un cuerpo al estar en movimiento".

Pregunta 4.

Explica qué es Energía Cinética.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es la que se obtiene por medio del movimiento".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Esta energía permanece estática. A pesar de que exista en un cuerpo, este no se desplaza".

Pregunta 5.

Explica en qué consiste la conservación de la Energía Mecánica.

Respuestas Aceptables:

1ª) "En que la energía no puede crearse ni terminarse, únicamente se transforma".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Esto es cuando algún tipo de energía se mantiene constante y tiene intensidad pero no tiene aplicación. Esta energía no es utilizada porque se va guardando".

En la siguiente tabla se muestran, para cada concepto, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 1: Resultados del Cuestionario de Diagnóstico

PREGUNTA REFERENTE A	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (10 alumnos)		grupo 1502 (16 alumnos)		grupo 1611 (21 alumnos)	
	accept.	inaccept.	accept.	inaccept.	accept.	inaccept.
trabajo	60%	40%	25%	75%	52%	48%
potencia	30%	70%	13%	87%	10%	90%
energía pot.	30%	70%	19%	81%	24%	76%
energía cin.	40%	60%	6%	94%	43%	57%
conservac.	30%	70%	31%	69%	43%	57%

Como puede observarse, la mayoría de los alumnos no tienen claros los conceptos, aunque sí poseen alguna idea intuitiva de los mismos.

* ACCIONES DEL MODELO METODOLOGICO

Cada uno de los Contenidos del Tema se abordó por medio de diferentes acciones propuestas en el Modelo.

A continuación se muestra, en forma tabular, la relación entre los Contenidos del tema y el número y tipo de acciones propuestas en el modelo para tratar de alcanzarlos.

TABLA 2

CONTENIDOS DEL TEMA	CANTIDAD Y TIPO DE ACCIONES							
	MOTIVACION		TEORIA		EXPERIMENTOS		REAFIRMACION	
	preg.	activ.	expos.	p.y p.	solicit.	induc.	p.y p.	activ.
trabajo	4	1	1	2	1	1	3	2
potencia	2	0	1	1	0	0	0	1
energía pot.	3	1	1	1	1	1	2	1
energía cin.	3	1	1	1	1	1	2	1
conservac.	3	1	1	1	1	1	2	1

ABREVIATURAS:

preg.- preguntas

activ.- actividades

expos.- exposición

p.y p.- preguntas y problemas

solicit.- solicitados

induc.- inducidos

* EVALUACION PARCIAL DEL MODELO

Uno de los instrumentos de evaluación fué el examen aplicado a los alumnos al término del tema. Las preguntas, basadas en los contenidos, fueron similares a las del diagnóstico. A continuación se muestran las preguntas con las respuestas aceptables e inaceptables más frecuentes.

Pregunta 1.

Explica qué es Trabajo Mecánico.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es cuando tú aplicas una fuerza a un objeto. Si este se mueve o se transforma, es trabajo. Pero si permanece estable no se realiza trabajo".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es la fuerza utilizada para efectuar una actividad".

Pregunta 2.

Explica qué es Potencia Mecánica.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Tiempo de duración de un trabajo mecánico".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es el trabajo que realiza un cuerpo en una cierta distancia.
O un poco más claro, es el trabajo que realiza el cuerpo en una cierta distancia sin importar la distancia que recorra el cuerpo".

Pregunta 3.

Explica qué es Energía Potencial.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es la energía que contiene un cuerpo, existiendo dos tipos, la energía potencial gravitacional y la energía potencial elástica, que es por el estiramiento".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es todo cuerpo que permanece estático o inmóvil".

Pregunta 4.

Explica qué es Energía Cinética.

Respuestas Aceptables:

1ª) "Es la que posee un cuerpo que está en movimiento".

Respuestas Inaceptables:

1ª) "Es cuando un cuerpo que ya realizó un trabajo queda en reposo".

Pregunta 5.

Explica en qué consiste la Conservación de la Energía Mecánica.

Respuestas Aceptables:

1ª) "La energía mecánica se conserva, ya que no se crea ni se destruye, sólo se transforma".

Respuestas Inaceptables:

- 1ª) "Esta nos indica que la materia no se crea ni se destruye.
Establece que $EP=EC$ ".

En la siguiente tabla se muestran, para cada concepto, los porcentajes de las respuestas aceptables e inaceptables en cada grupo.

TABLA 3: Resultados del Examen de Evaluación.

PREGUNTA REFERENTE	PORCENTAJE (%) DEL TIPO DE RESPUESTA					
	grupo 1501 (13 alumnos)		grupo 1502 (18 alumnos)		grupo 1611 (21 alumnos)	
	accept.	inaccept.	accept.	inaccept.	accept.	inaccept.
trabajo	69%	31%	72%	28%	57%	43%
potencia	62%	38%	83%	17%	38%	62%
energía pot.	77%	23%	67%	33%	76%	24%
energía cin.	77%	23%	78%	22%	67%	33%
conservac.	77%	23%	100%	0%	71%	29%

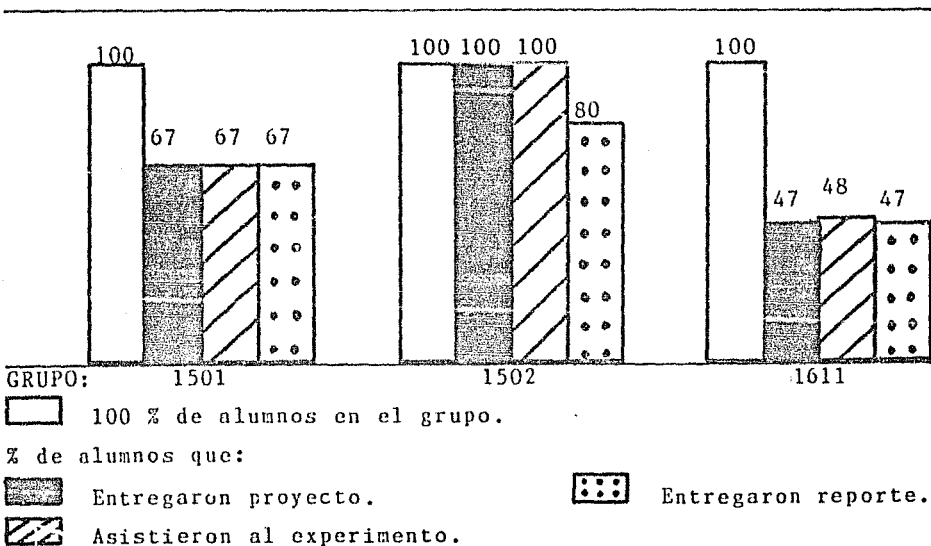
Otro instrumento de evaluación fué el experimento. A los alumnos se les solicitó un proyecto de experimento adecuado a los Contenidos del tema y se les calificó. Se registró su asistencia el día del experimento. Se les solicitó un reporte y se les calificó. En la siguiente tabla se muestra la información referente a estos tres aspectos.

TABLA 4

CALIFICACION Y PORCENTAJE (%) DE ALUMNOS QUE:				
		grupo 1501 (15 alumnos)	grupo 1502 (20 alumnos)	grupo 1611 (23 alumnos)
entregaron proyecto	MB	0%	15%	4%
	B	7%	35%	13%
	S	47%	25%	17%
	NA	<u>13%</u>	<u>25%</u>	<u>13%</u>
TOTAL	67%	100%	47%	
asistieron al experimento				
		67%	100%	48%
entregaron reporte	MB	7%	30%	4%
	B	33%	35%	30%
	S	0%	15%	0%
	NA	<u>27%</u>	<u>0%</u>	<u>13%</u>
TOTAL	67%	80%	47%	

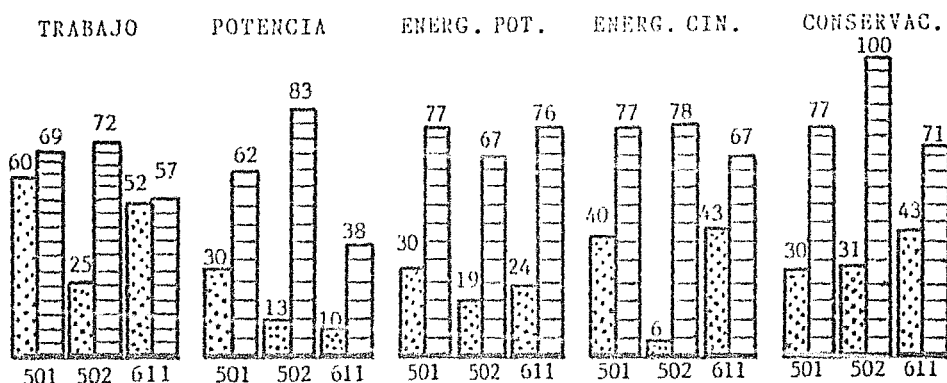
A continuación se muestran gráficamente los resultados de la Tabla 4.

GRAFICA 1





La siguiente gráfica compara, basándose en los resultados de los exámenes de diagnóstico y evaluación, los porcentajes de alumnos de cada grupo que habían entendido los conceptos del tema antes de iniciarlo, contra los que los alcanzaron por medio del modelo metodológico.

GRAFICA 2: Comprensión de Contenidos antes y después de aplicar el Modelo



Eje vertical: % de alumnos que entendieron el Contenido.

 Antes de iniciar el tema.

 Al finalizar el tema.

Eje horizontal: Grupo.

CONCLUSIONES

Para poder obtener las conclusiones de este trabajo es necesario recordar la tesis que se propuso al inicio:

"Es posible implementar un modelo metodológico aplicable a cualquiera de los múltiples programas de la materia Física 2, que propicie un retorno al proceso de enseñanza-aprendizaje activo y experimental....."

De la experiencia que se obtuvo al aplicar el Modelo Metodológico, se desprenden las siguientes conclusiones generales:

1. Sí fué posible, bajo las condiciones imperantes en el C.C.H., poner en práctica el Modelo Metodológico propuesto.
2. El Modelo sí propició un proceso de enseñanza-aprendizaje activo y experimental.
3. Los resultados comprobaron que el Modelo fué eficaz, ya que pudo verse que los alumnos mejoraron su comprensión de los principales conceptos.

Conviene abundar sobre cada una de estas conclusiones generales. Sobre la primera de ellas se puede decir que con la selección de actividades y experimentos que se había hecho previamente, se logró salvar el problema de la falta de material en los laboratorios. A los alumnos se les solicitó siempre material que tenían a la mano, en su casa o que podían construir o comprar económicamente, y siempre lo consiguieron.

Un problema que se presentó fué la carencia total de dinamómetros, y la solución que se le dió consistió en poner de acuerdo a los alumnos de los tres grupos, y entre todos ellos cooperaron para comprar seis dinamómetros. De esta manera, cuando cualquiera de los Grupos tenía necesidad de utilizarlos, contaba con un dinamómetro por equipo.

En síntesis, la carencia de material en los laboratorios ya no

fué problema.

Acerca de la segunda conclusión se puede decir que, por lo que respecta a la participación activa de los alumnos, fué estimulante la actitud de estos ante las preguntas y actividades. Las discusiones propiciadas por algunas de ellas llegaron hasta el apasionamiento. Se logró despertar interés.

Los experimentos solicitados los obligaron a enfrentarse a problemas de tipo experimental. Muchas de las soluciones que proponían, a través de sus proyectos de experimento, mostraban reflexión. Aunque la mayoría de las veces sus proyectos no eran los más adecuados para alcanzar los objetivos del experimento, no por ello se desmerecía su trabajo. Fué notorio ver cómo a lo largo del semestre fueron mejorando sus diseños de experimentos. Aprendían a proponer soluciones aceptables.

El problema que se presentó fué que el tiempo no alcanzó para cubrir el temario. Es evidente que cuando sólo se "da clase", se avanza tan rápido como se quiera, pero cuando el curso se hace activo por parte de los alumnos, se avanza lentamente, aunque de manera más firme.

Por último, respecto a la eficacia del Modelo, baste ver las gráficas de los resultados obtenidos en los exámenes, antes de iniciar cada Tema y al finalizarlo. En dichos resultados puede verse que los alumnos avanzaron en la comprensión de los conceptos.

Sin embargo, se evidenció un problema: a pesar de que se realizaron numerosas actividades y experimentos, no se lograron eliminar algunos equívocos conceptuales. Por ejemplo, una de las actividades fué dejar caer, al mismo tiempo un balón pequeño y uno mucho más grande. Antes de hacerlo se solicitó a los alumnos que hicieran sus predicciones. La gran mayoría predijo que primero llegaría al suelo el más grande. Se realizó la experiencia y a pesar de que veían lo que sucedía, no lo creían. Se repitió varias veces la actividad y aún así algunos alumnos no quedaron muy convencidos, sin embargo la mayoría sí quedó. Dos meses después se les

volvió a preguntar qué cuerpo caería primero y fueron varios alumnos los que afirmaron que el balón grande. Esta situación se presenta para varios conceptos básicos.

En base a las experiencias obtenidas durante la aplicación del Modelo, este podrá enriquecerse. Pero, para ello, deberá seguirse llevando registro de algunas variables y situaciones que se desprendan de la aplicación del mismo, así como estar receptivos a las sugerencias. Y esto sólo será posible teniéndose presente que la propuesta de Modelo Metodológico hecha en este trabajo no es algo definitivo, sino algo que debe estarse mejorando.

A N E X O 1

DOCUMENTOS DEL C.C.H.

*OBJETIVOS DEL CCH

"Los objetivos generales del CCH, para todos sus niveles de enseñanza son,

- 1º) Establecer el mecanismo permanente de innovación de la Universidad, capaz de realizar funciones distintas sin tener que cambiar toda la estructura universitaria, adaptando el sistema a los cambios y necesidades de la propia Universidad y del país.
- 2º) Preparar estudiantes para cursar estudios que vinculen las humanidades, las ciencias, las técnicas, a nivel de bachillerato, de licenciatura, de maestría y de doctorado.
- 3º) Proporcionar nuevas oportunidades de estudios acordes con el desarrollo de las ciencias y las humanidades en el siglo XX y hacer flexibles los sistemas de enseñanza para formar especialistas y profesionales que puedan adaptarse a un mundo cambiante en el terreno de la ciencia, la técnica y la estructura social y cultural.
- 4º) Intensificar la interdisciplina entre especialistas, escuelas, facultades, centros e instituciones de investigación de la Universidad.
- 5º) Promover el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y técnicos de la Universidad." ⁽¹¹⁾

"Los objetivos generales del ciclo del bachillerato del CCH son,

- 1º) El desarrollo integral de la personalidad del educando, su realización plena en el campo individual y su cumplimiento satisfactorio como miembro de la sociedad.
- 2º) Proporcionar la educación a nivel medio superior indispensable para aprovechar las alternativas profesionales o académicas tradicionales y modernas, por medio del dominio de los métodos fundamentales del conocimiento (los métodos experimental e histórico social) y de los lenguajes (español y matemáticas).
- 3º) Constituir un ciclo de aprendizaje en que se combinen el estudio en las aulas, en el laboratorio y en la comunidad.
- 4º) Capacitar a los estudiantes para desempeñar trabajos y puestos en la producción y los servicios, por su capacidad de decisión y de innovación, sus conocimientos y por la formación de su personalidad que implica el plan académico." (12)

"Objetivos generales de la materia Física 2. El alumno:

- 1º) Aplicará el método científico experimental para la resolución de problemas.
- 2º) Analizará los conceptos y leyes fundamentales de la mecánica y de la termodinámica.
- 3º) Interpretará la función de la energía como factor que interviene en cualquier fenómeno." (13)

*CONTENIDOS TEMATICOS (14)

La materia Física 1 es obligatoria y se cursa en el 1er. semestre, mientras que las materias Física 2 y 3 son optativas y se cursan en el 5º y 6º semestre.

Física 1. Contenido Temático.

Unidad 1: El curso y sus implicaciones.

Unidad 2: El método científico experimental.

Unidad 3: La medición dentro de la Física.

Unidad 4: Propiedades de la materia.

Unidad 5: Movimiento unidimensional de la materia.

Física 2. Contenido Temático.

Unidad 1: El curso y sus características.

Unidad 2: Cinemática.

-Medición

-Vectores

-Velocidad y Aceleración

-Fuerza y Trabajo

-Cantidad de Movimiento

-Energía Mecánica

Unidad 3: Termodinámica

-Energía

-Sistema Termodinámico

-Leyes de la Termodinámica

-Calor

Física 3. Contenido Temático.

Unidad 1: Introducción al curso.

Unidad 2: El átomo como fundamento del Electromagnetismo.

Unidad 3. La electricidad y sus Leyes.

Unidad 4: La aplicación del magnetismo.

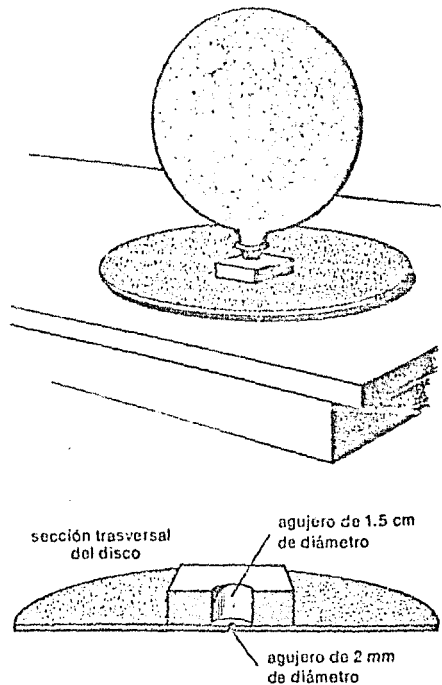
A N E X O 2

DISCO LUBRICADO CON AIRE ⁽¹⁵⁾

El disco debe hacerse de material plano y liso, como fibracel, acrílico, etc., o se puede aprovechar una tapa metálica o de plástico. A una de sus caras se le pega un trozo de madera que tenga un agujero de, aproximadamente, 1.5 cm de diámetro. En el centro del disco se hace un pequeño agujero de, aproximadamente, 2 mm de diámetro. Se desea que el disco se deslice sobre una superficie muy lisa, teniendo aire como lubricante. (Por supuesto, el aire escapará continuamente por los bordes del disco, pero se reemplazará a través del agujero central.)

El aire de repuesto proviene de un globo de hule. El globo se sujeta a un tapón de hule perforado, el cual se introduce en el agujero del bloque de madera.

Una vez montado el disco, se coloca en una superficie muy lisa, como la cubierta de una mesa. Se empuja levemente y se verá como se desliza uniformemente.

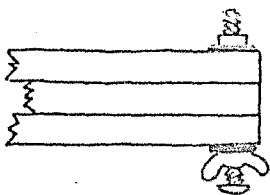


A N E X O 3

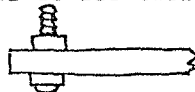
ABANICO DE FUERZAS

Juan Américo González M.
Centro de Enseñanza de la Física
Departamento de Física
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
Apdo. Postal 70542, México, D.F.

Para construir un abanico de fuerzas se necesitan tres tablillas de madera o de algún otro material rígido, de 17 cm de largo, 1.5 cm de ancho y 0.5 cm de grosor. A 1 cm de distancia de cada extremo, hacia dentro, se hará un agujero de diámetro suficiente para que pase un tornillo delgado. Hecho esto, se encimarán las tablillas haciéndose coincidir los agujeros y a través de tres de ellos se pasará un tornillo de 4 cm de largo, que funcionará como eje de giro, de tal manera que las tablillas puedan ser abiertas o cerradas como abanico. Se sujetará el tornillo, por la parte "superior" del abanico, con una rondana y una tuerca; por su parte "inferior", con una rondana y una mariposa. Esto es con la finalidad de que cuando se requiera abrir el abanico y mantenerlo en esa posición, pueda hacerse fácilmente apretando la mariposa. El tornillo deberá sobresalir, por la parte "superior", al menos 1 cm.



En cada uno de los agujeros de los extremos libres de las tablillas, se colocará un tornillo que sobresalga, por la parte "superior" de aquellas, 2 cm.

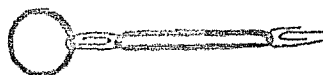


Posteriormente se tomará una liga nueva (en vez de ligas pueden utilizarse pedazos de resorte de los empleados en la confección de ropa) y se estirará hasta una cierta longitud, por ejemplo 12.5 cm. La fuerza que la liga está ejerciendo sobre nuestros dedos la definimos como 1 ligón.

Debido a que no todas las ligas se comportan igual, conviene seleccionar unas 15 de ellas (o hacerlas con resorte tubular para ropa), que jalen con igual fuerza (1 ligón) cuando sean estiradas hasta una determinada longitud.

Una vez realizado lo anterior, a cada liga seleccionada (calibrada) se le ensartará un par de clips.

Uno de ellos se enganchará en una argolla de aproximadamente 1.5 cm de diámetro.



La argolla se introducirá en el tornillo que sirve de eje de giro del abanico, por su parte "superior", y el otro clip se introducirá en el tornillo del extremo libre de la tablilla.



Para lograr que la argolla quede centrada con respecto al tornillo donde está introducida, habrá que hacer uso de otra de las tablillas, colocándole también una liga y un par de clips.

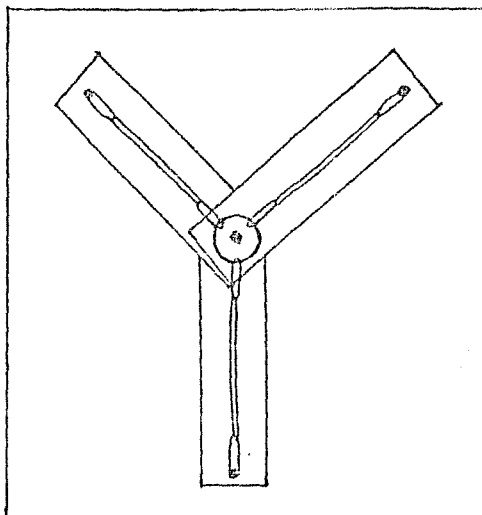


El dispositivo quedará completo cuando se le sujeten más ligas a la argolla y se haga uso también de la tercera tablilla.

El juego con el abanico de fuerzas consiste en lograr que la argolla siempre esté centrada con respecto al tornillo central. Para lograrlo, o se aumenta el número de ligas en las tablillas o se abren o cierran estas últimas o ambas cosas. Este juego deberá conducir al "descubrimiento" de la ley del paralelogramo, o al menos a su manejo. Para esto se usará una mica o acrílico liso y transparente de aproximadamente 20 cm de lado y con un agujero al cen-

tro, de tal manera que pueda ser ensartado en el tornillo central del abanico, por encima de la argolla y ligas y poder así ver la dirección y magnitud (número de ligas) de la fuerza. Sobre dicha mica o acrílico podrán dibujarse los vectores que representen las fuerzas. Así podrán hacerse predicciones y comprobaciones.

cubierta transparente de mica o acrílico →



REFERENCIAS

1. Centro de Estudios Sobre la Universidad, "Pablo González Casanova. 6 de Mayo de 1970 a 7 de Diciembre de 1972"., U.N.A.M., México, 1983, p. 62-63.
2. Ibid. p. 64-65.
3. Velazquez C. Rafael, "Cambios Recientes en la Enseñanza Media Superior. El Caso del Colegio de Ciencias y Humanidades". Seminario Sobre Problemas Educativos en México, 1976, p.7.
4. Ibid. p. 10.
5. Gómez Coronel, M., "¿Qué dicen los profesores sobre la enseñanza-aprendizaje del Método Científico Experimental?", Cuadernos del Colegio, núm. 33, 1986, p. 46.
6. "Planes de Trabajo para la Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades", Gaceta C.C.H., Suplemento Especial, 8 de Febrero de 1988, pp. 6-7.
7. Gómez Coronel, M., Op.Cit., p.44.
8. Physical Science Study Committee, Física, Editorial Reverté, S. A., México, 1976, p. 359.
9. Ibid. p. 344.
10. Physical Science Study Committee. Laboratory Guide for Physics, D.C. Heath and Co., p. 45.
11. Gaceta U.N.A.M., 3ª Epoca, Vol. 2, Núm. Extraordinario, C.U., 1º de Febrero de 1971.
12. Gaceta U.N.A.M., 3ª Epoca, Vol. 3, Núm. 36, C.U., 24 de Noviembre de 1971.
13. Programas. Documento de Trabajo. Dirección de la Unidad Académica del Bachillerato. Secretaría Auxiliar Académica, C.C.H., 1979.
14. Ibid.
15. Brandwein, P.F., R. Stollberg, R.W. Burnett, Física: La Energía, sus Formas y sus Cambios, Publicaciones Cultural, S.A., México, 1972, p.57.

B I B L I O G R A F I A

1. Alonso, M., Rojo, O., Física: Mecánica y Termodinámica, Fondo Educativo Interamericano, México, 1985, 456 pp.
2. Alvarenga, B., Máximo, A., Física General con Experimentos Sencillos, Harla, México, 1984, 978 pp.
3. Brandwein, P.F., Stollberg, R., Burnett, R.W., Física: la Energía, sus Formas y sus Cambios, Publicaciones Cultural, S.A., México, 1972, 656 pp.
4. Jargocki, C.P., Rompecabezas y Paradojas Científicos, Salvat, España, 1986, 166 pp.
5. Langue, V., Paradojas y Sofismas Físicos, Editorial MIR, Moscú, 1978, 176 pp.
6. Langue, V., Problemas Experimentales Ingeniosos de Física, Editorial MIR, Moscú, 1979, 160 pp.
7. Murphy, J.T., Smoot, R.C., Física: Principios y Problemas, C.E.C.S.A., México, 1981, 520 pp.
8. Perelman, Y., Problemas y Experimentos Recreativos, Editorial MIR, Moscú, 1975, 425 pp.
9. Physical Science Study Committee, Física, Editorial Reverté, España, 1967, 736 pp.
10. Stollberg, R., Hill, F.F., Física: Fundamentos y Fronteras, Publicaciones Cultural, S.A., México, 1971, 696 pp.
11. Walker, J., La Feria Ambulante de la Física, Limusa, México, 1979, 388 pp.