

072840

072899

ESCUELA NORMAL SUPERIOR

**Breves Consideraciones sobre los Programas de Física  
en la Educación Media y su desarrollo**

TESIS DE GRADO

PRESENTADA POR

**ETHELVINA MORILLO DE ESCOBAR**

PREVIA A LA OPCION DEL TITULO DE

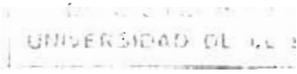
PROFESOR NORMALISTA DE SECUNDARIA  
ESPECIALIZADA EN MATEMATICAS  
Y FISICA

SAN SALVADOR, AGOSTO DE 1961.



ESCUELA NORMAL SUPERIOR

Es. I



72

5-7-07  
1854L  
ol  
S

Director

Prof. don Joaquín Anaya Montes

Jefe de Estudios

Prof. don José Olivares Castro

Especialidad en  
Matemáticas y Física

Prof. don Santiago Echegoyén

*Escuela Normal Superior / Universidad de La Plata*

J U R A D O D E T E S I S

Prof. don Santiago Echevoyén

Br. don Ernesto Chang Peña

Br. don Amílcar Alvarado

D E D I C A T O R I A

A mi Madre

A mi Esposo

A mis Profesores

A G R A D E C I M I E N T O

Sirva la oportunidad para hacer público mi agradecimiento a todas aquellas personas que en una u otra forma han contribuido a mi preparación intelectual, así como al desarrollo de esta Tesis, muy especialmente al señor don Santiago Echevoyén, al señor don Friedrich Pfeiffer, profesores de la Escuela Normal Superior y al Personal del Departamento de Fisiología de la Escuela de Medicina, en particular a la doctora María Isabel Rodríguez por sus valiosas críticas que contribuyeron a una mejor realización de este trabajo.

## I - P R O L O G O

La presentación de este trabajo pretende alcanzar una doble finalidad: por una parte, cumplir con un requisito previo para la opción del título de Profesor de Educación Secundaria y por otra, contribuir modestamente a una mejor aplicación de los métodos de enseñanza-aprendizaje de nuestro país.

El tema escogido es de tal amplitud e importancia que puede analizarse desde varios puntos de vista. He creído conveniente enfocar mi atención al análisis de los programas de Física vigentes y que corresponden al Segundo, Cuarto y Quinto cursos de Bachillerato y a la forma en que dichos cursos son impartidos en los distintos Centros de Educación Secundaria del País.

No es el objetivo del trabajo buscar una reforma substancial de los programas, sino discutir temas que por razones que se apuntan posteriormente no deben incluirse en los programas y se sugiere la introducción de algunos temas que se consideran necesarios. Fundamentalmente se plantean algunos de los problemas que se presentan en la enseñanza de la Física y se ofrecen algunas soluciones posibles para el desarrollo de la Física Práctica.

Estas consideraciones han nacido de la oportunidad que se me ofreció en la Escuela Normal Superior de adquirir un entrenamiento en Física Experimental, de la experiencia obtenida en años posteriores trabajando casi exclusivamente en dicha asignatura y muy especialmente de la observación realizada en los estudiantes aspirantes a iniciarse en la carrera de Medicina.

## II - I N T R O D U C C I O N

La necesidad de desenvolverse en un mundo cada día más complejo en el cual la ciencia y la técnica realizan avances insospechados exige al individuo una sólida formación en los aspectos básicos del conocimiento. No hay duda que entre las disciplinas básicas ocupan lugar preferente las ciencias Físico-Matemáticas y su aprendizaje constituye uno de los objetivos primordiales de la Educación Secundaria.

Roberto A. Millikan, en un informe del Comité de Correlación Nacional del Consejo de Profesores de Secundaria en Nueva York, publicado por Bent y Kronenberg, da cinco razones para el estudio de la Física en la Escuela Secundaria.

- 1 - "La suprema contribución de la Física al desarrollo tanto de la civilización como del individuo se halla en su enorme influencia para llevar a la convicción de que la naturaleza no es caprichosa, sino que es firme y que es comprensible y hasta puede ser dominada por el hombre.
- 2 - Por su utilidad directa. Como la civilización ha evolucionado lentamente durante los últimos 10.000 años, en cada siglo sucesivo el hombre ha dado un paso hacia adelante reemplazando sus débiles músculos por las gigantescas fuerzas naturales dominadas por su cerebro. Si un joven estudia medicina o cualquier otra rama de la Biología, la Física es un pre requisito, puesto que a las leyes de la Física rigen el mundo de la vida. Si va a ingeniería debe dominar los principios de la Física antes que pueda echar a andar. Si entra en sus planes ser un comer -

ciante, el producto que venda, seguramente de 9 casos entre 10, será alguno en que implicará los principios de la Física en su preparación y exigirá una considerable cantidad de saber de estos principios para utilizarlos en la compra de sus productos. Hasta si la vida de uno se pasa en las obligaciones del hogar, estas obligaciones han cambiado y se han ampliado tanto desde hace un cuarto de siglo con la introducción de nuevas aplicaciones mecánicas, térmicas, eléctricas y ópticas, que apenas si se puede llevar bien hoy, la economía de una casa, sin un conocimiento considerable de los principios de la mecánica, el calor, la electricidad, el sonido y la luz, que son precisamente las categorías de hechos que se estudian en Física.

- 3 - La tercera contribución de la Física se halla en su valor disciplinario. El estudio de las ciencias Matemáticas y Físicas es casi único en la oportunidad que ofrece al maestro para romper de una vez totalmente con los métodos de memorización y del libro de texto y para comenzar a mostrar a sus alumnos, primero, cómo observar cuidadosa y desapasionadamente, y segundo, cómo razonar de una manera inteligente de la causa al efecto.
- 4 - El cuarto valor de la Física es su peculiar adaptación para desarrollar el hábito y el arte de resolver problemas.
- 5 - La quinta contribución de la Física se halla en el valor social del método científico"

Estas consideraciones llevan a meditar sobre la necesidad de la existencia de un programa que se ajuste a la realidad, y el desarrollo del mismo, se haga mediante métodos que proporcionen al estudiante actitu-

des favorables a la comprensión y utilización de los progresos de la técnica, para el logro de una vida mejor.

La enseñanza de la Física, como la de las otras ciencias, debe hacerse basándose en la observación y experimentación; pero en la enseñanza secundaria de nuestro país ha sido práctica usual enseñarla en forma esencialmente teórica, volviéndola por esta razón carente de interés, monótona y sin sentido. El uso constante de esta forma de enseñanza se debe a muchos factores, entre otros: falta de recursos económicos para que los profesores trabajen exclusivamente en su especialidad y así encontramos a profesores sirviendo diversas asignaturas tales como Física, Castellano, Civismo, Inglés, etc.; falta de material y equipo adecuado; carencia de locales apropiados, debido a que la mayoría de Instituciones de Secundaria están alojadas en edificios construídos con fines diversos a los educativos; programas muy extensos para cuyo desarrollo se requiere que los temas sean tratados con gran rapidez; cursos numerosos; carencia muchas veces de técnicas para la enseñanza de la Física Experimental, etc.

Ante estas realidades nacionales, este trabajo está orientado a contribuir a enriquecer la enseñanza de la Física Teórica, con Física Práctica. Con la expresión anterior no quiero de ninguna manera que se me entienda que deseo que la Física Teórica sea sustituida por la Física Práctica, una sin la otra son incompletas.

El experimento y observación nos da datos, hechos concretos; pero la inducción y generalización de estos hechos está fuera de su alcance, para ello necesitamos entrar al campo de la epistemología; es así como sin querer los matemáticos puros han aprendido, por la

experiencia propia, que lo evidente es difícil de demostrar y han encontrado necesario por lo tanto profundizar el estudio de los fundamentos de su propio método de razonar y al proceder así, han desarrollado una técnica de gran valor que ha sido aprovechada en Lógica General. Razones igualmente poderosas han impulsado a los físicos a entrar en el dominio de la epistemología.

Para un físico investigador, el método experimental no es el único medio de alcanzar generalizaciones de validez, ya que no todas las generalizaciones se pueden obtener examinando el dispositivo sensorial e intelectual usado en la experimentación y observación. De este modo la epistemología dota a la Física de un método nuevo para alcanzar sus fines. Como ejemplos importantes de este método tenemos el desarrollo de la Teoría de la Relatividad, la transformación de la Teoría de los Cuantos, etc., quedando demostrado el paso del empirismo a concepciones puramente teóricas. Pero la enseñanza de la Física Teórica únicamente, no llena a cabalidad su cometido y esta es, a mi entender, una de las razones por las cuales muchos estudiantes llegan a la Universidad con una ignorancia tan grande de la Física, que en un examen de preguntas elementales sobre Física efectuado en los años 1960 y 1961, en el examen de admisión de la Escuela de Medicina, un alto porcentaje de alumnos fueron reprobados como puede apreciarse en los siguientes datos:

Año	Aspirantes examinados en Física	Aspirantes Aprobados	Aspirantes Reprobados
1960	146	17	129
1961	135	26	109

Calificaciones obtenidas por los aspirantes examinados en Física en el año 1960

Número de aspirantes	Calificación obtenida
69	0
7	1
35	2
4	3
14	4
4	5
10	6
1	7
2	8
0	9
0	10

Calificaciones obtenidas por los aspirantes examinados en Física en el año 1961.

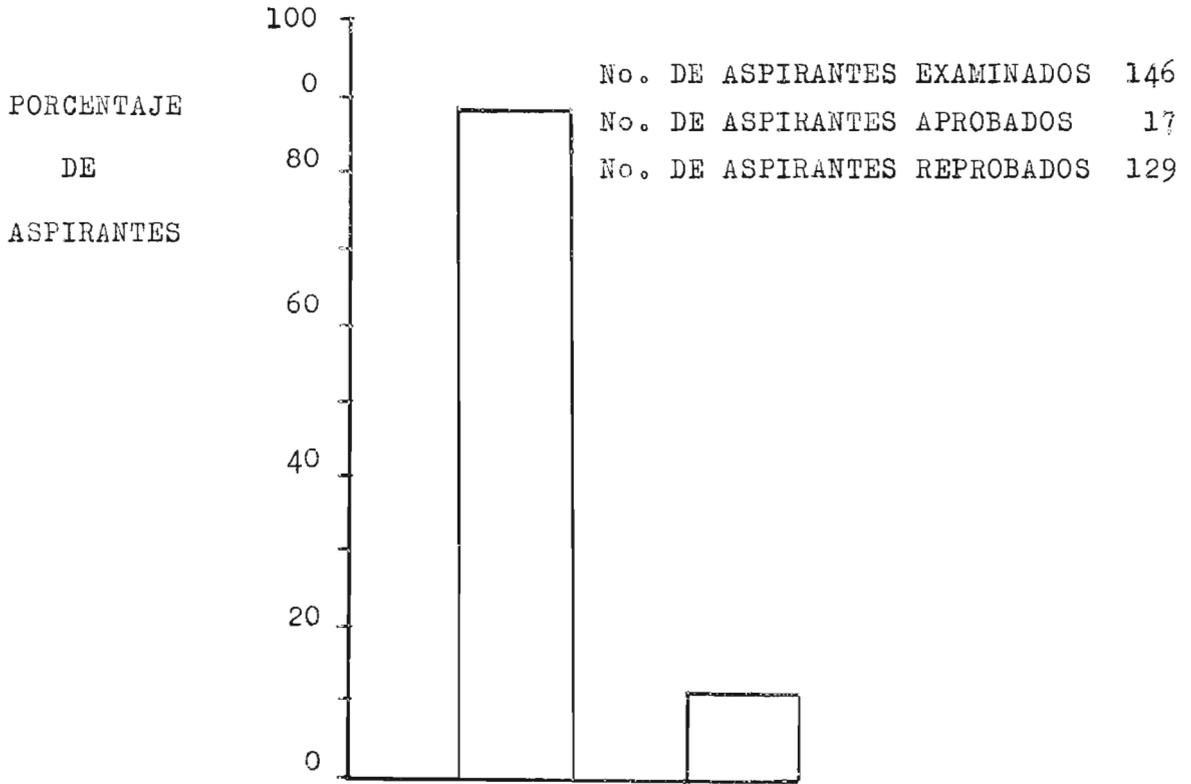
Número de aspirantes	Calificación obtenida
38	0
21	1
24	2
13	3
13	4
11	5
6	6
3	7
6	8
0	9
0	10

En estas calificaciones, las fracciones han sido aproximadas a la nota inmediata superior. Datos que presento en forma gráfica en el Anexo #1.

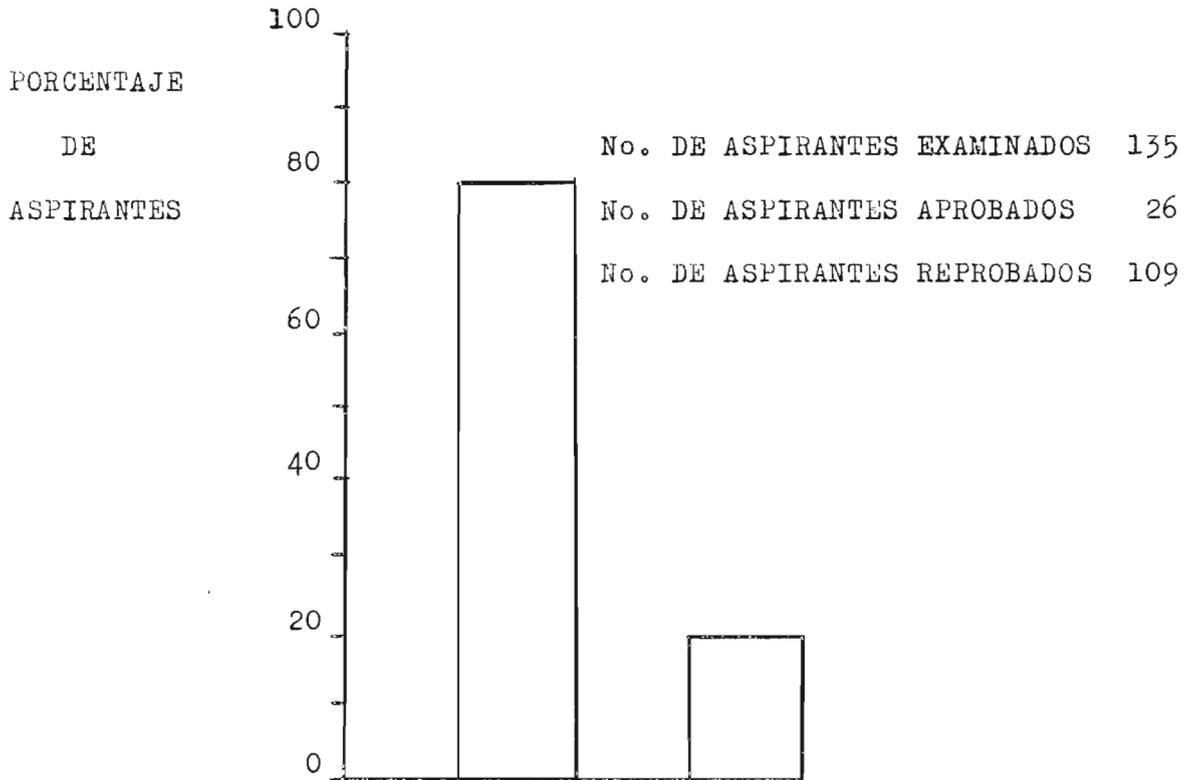
Esta cifra altísima de reprobados debe alarmarnos a los que en una u otra forma participamos en la enseñanza secundaria.

La falta de conocimientos elementales debe ser atribuída a que la mayoría de estos estudiantes recibieron la Física en forma teórica y carente de vivencias. A este respecto cabe recordar aquel

REPRESENTACION GRAFICA DE ASPIRANTES EXAMINADOS DURANTE 1960



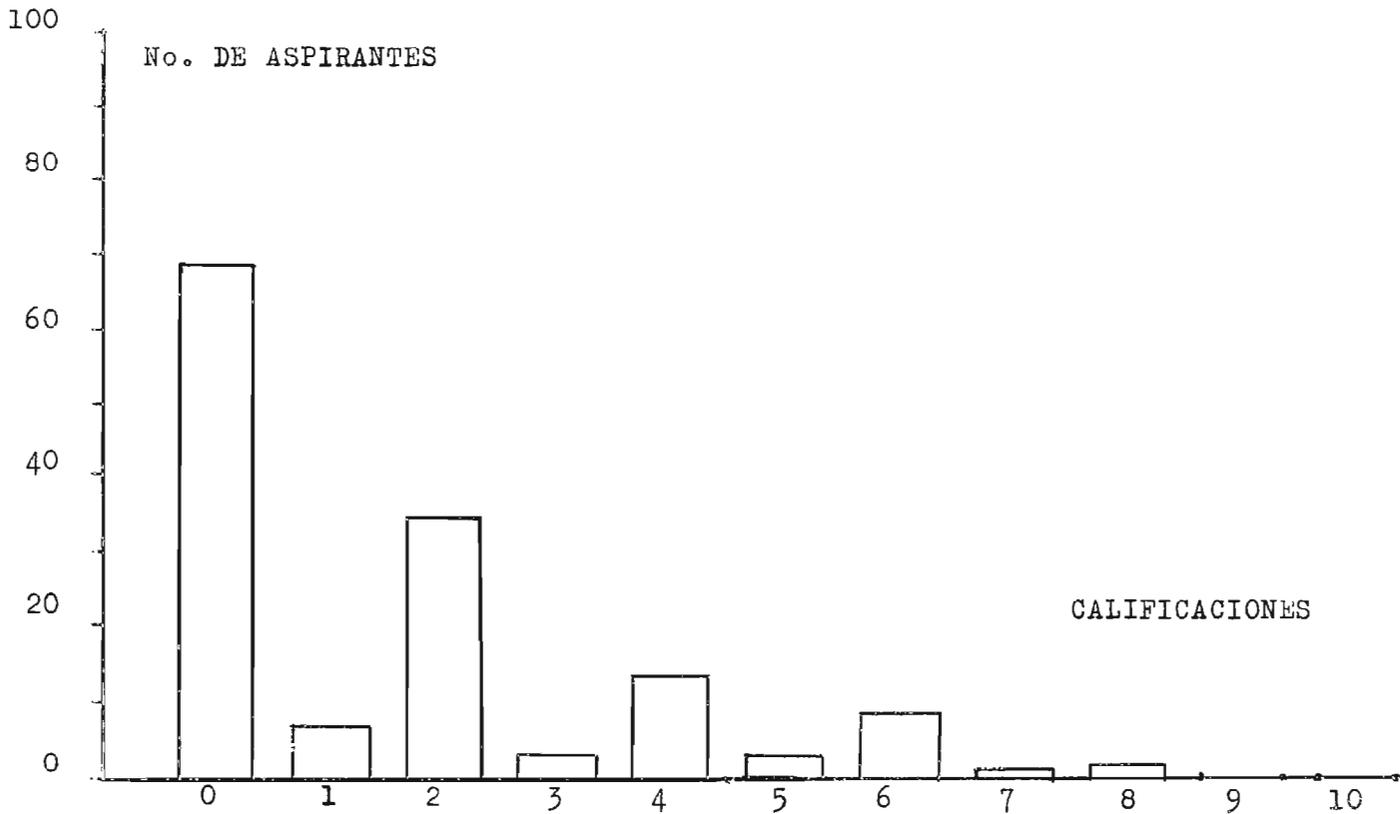
REPRESENTACION GRAFICA DE ASPIRANTES EXAMINADOS DURANTE 1961



DISTRIBUCION DE LOS ASPIRANTES SEGUN SUS CALIFICACIONES OBTENIDAS

CALIFICACIONES	No. DE ASPIRANTES
0	69
1	7
2	35
3	4
4	14
5	4
6	10
7	1
8	2
9	0
10	0

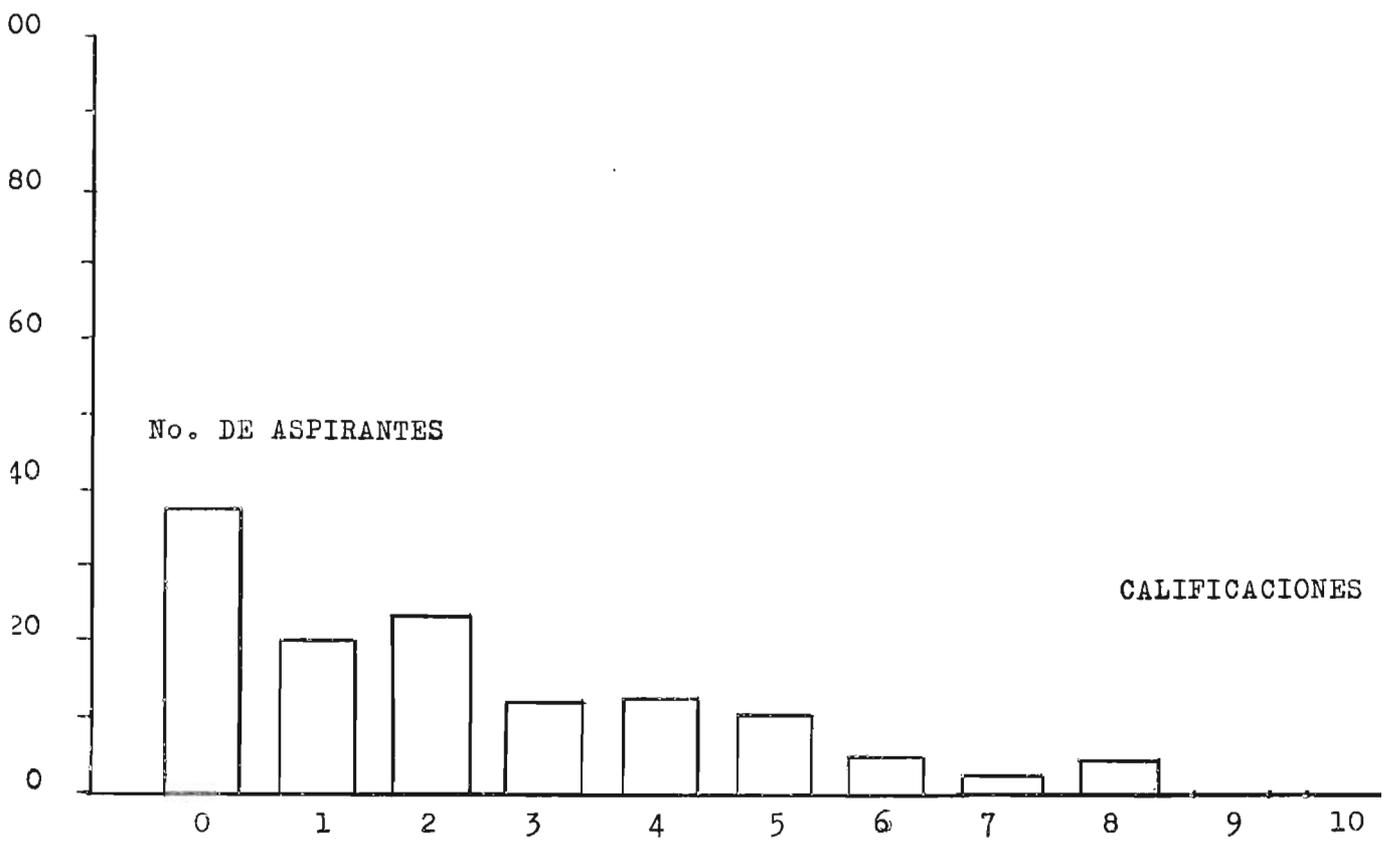
NOTA: LAS FRACCIONES DE LAS CALIFICACIONES HAN SIDO APROXIMADAS A LA NOTA INMEDIATA SUPERIOR.



DISTRIBUCION DE LOS ASPIRANTES SEGUN SUS CALIFICACIONES OBTENIDAS

CALIFICACIONES	No. DE ASPIRANTES
0	38
1	21
2	24
3	13
4	13
5	11
6	6
7	3
8	6
9	0
10	0

NOTA: LAS FRACCIONES DE LAS CALIFICACIONES HAN SIDO APROXIMADAS A LA NOTA INMEDIATA SUPERIOR.



famoso aforismo chino: "Lo que oigo lo olvido; lo que veo lo recuerdo y lo que hago lo aprendo". La mayoría de nuestros alumnos como no tuvieron la oportunidad ni siquiera de ver hacer un experimento, ni recuerdan, ni saben.

En el campo de la Educación Media, en la que alumnos y profesores estamos empeñados en estudiar y enseñar redescubriendo las leyes y principios que rigen el mundo Físico, es indispensable incluir en nuestra metodología el examen sistemático de los datos obtenidos mediante la observación y la experimentación.

### III - LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN NUESTRO MEDIO

#### a) CONTENIDO DE LOS PROGRAMAS.

Al referirme a los programas de Física vigentes en nuestro país, debo aclarar que este trabajo no pretende en modo alguno recomendar su total transformación. Esta sería tarea no de una persona sino de un comité de profesores con larga experiencia en la materia, asesorados por personas conocedoras de las técnicas de la enseñanza; quiero únicamente hacer algunas sugerencias que considero pueden tener alguna utilidad para los interesados en mejorar el nivel de nuestra enseñanza.

#### Programas de Física de Segundo Curso

Si revisamos cuidadosamente el programa vigente de Física de Segundo Curso de Plan Básico, notaremos que está copiado casi fielmente del programa de Física de Segundo Curso de la República de México. Este nuevo programa contiene prácticamente los mismos temas que el programa anteriormente vigente, con la diferencia de que se les ha dado una orientación diferente. La experiencia adquirida con dichos programas en años anteriores es indicativo que su desarrollo total es imposible y que se hace aún más difícil si no se tiene material y equipo adecuados.

Sería conveniente someter el programa vigente a una revisión, pues nuestra realidad social es bastante distinta a la mexicana y por ende los objetivos de la enseñanza pueden ser distintos, ya que estos son el reflejo de las necesidades de la sociedad, tomados y adaptados por la escuela.

Convendría adelantar sobre la reforma a estos programas lo siguiente:

- 1 - El sub-tema número uno del programa "Importancia de la Física en este curso", en vez de un tema de una clase, podría ser algo que el alumno sacara como corolario de cada clase. Ya que todos los temas de Física que se enseñan son debidos a la gran importancia que ellos tienen para su aplicación en la vida diaria.
- 2 - El segundo sub-tema: "Indicaciones de cómo se orientará el estudio y se efectuarán las mediciones del conocimiento", parece más bien una recomendación pedagógica y no un tema específico para una clase determinada.
- 3 - En cuanto al tercer sub-tema o sea "relación entre la materia y la energía", es completamente ilógico, pues si entendemos como tal el tema, significa que el alumno debe tener claro el concepto de energía y sus diferentes formas de manifestarse; tener un conocimiento exacto de la materia y su constitución atómica y para comprender cómo se puede transformar la materia en energía nos lleva a enseñar en las primeras clases la ecuación de Einstein  $E = mc^2$ ; cuando hablamos de velocidad de la luz se supone que conocemos la modificación de la masa de los cuerpos al adquirir velocidades muy grandes próximas a  $3 \times 10^8$  m/seg., conocer además la constante transformación 931 megaelectrovolt (Mev.). En los países más avanzados los catedráticos no se atreven a enseñar tales conceptos en las primeras clases. Sus razones son justas, recordemos que científicos y filósofos tardaron 2.000 años para definir estos conceptos con claridad.
- 4 - En lo referente a la refracción de la luz, sería conveniente suprimir explicaciones acerca del seno de un ángulo, casos par-

ticulares de la refracción, ángulo límite, por carecer los alumnos de conocimientos elementales sobre funciones de los ángulos y el punto podría enfocarse en forma sencilla y breve. En cuanto a la corriente eléctrica, debe enseñarse los efectos de la corriente eléctrica, sus usos en la vida diaria, ley de Ohm y aplicaciones sencillas, dejando para el quinto curso los temas de inducción eléctrica y sus aplicaciones no por que carezca de importancia para este nivel, sino porque puedo afirmar con toda seguridad que ningún profesor alcanza a desarrollarlos dada su extensión.

La forma en que se ha ordenado el nuevo programa de Segundo Curso, parece muy bien: a) Objetivos generales que se persiguen en el curso; b) Objetivos específicos para los diversos temas; c) Contenido teórico; d) Experimentos sugeridos.

A lo anterior me permitiría sugerir la conveniencia de agregar una serie de problemas modelos que pueden servir de base para guiar al profesor en la elaboración de problemas adecuados al contenido de los programas y el nivel de los estudiantes.

Además sería recomendable incluir temas no obligatorios, que el profesor está en libertad de enseñarlos según el tiempo de que disponga, capacidad e interés de sus alumnos o bien con el objetivo de ampliar aspectos fundamentales del curso.

El orden de nuestros programas es aceptable porque coincide con el orden lógico e histórico de la ciencia física; al empezar con la mecánica, rama en que según muchos físicos están basadas en una u otra forma las restantes ramas de esta ciencia a tal grado que la consideran como el esqueleto de toda la Física.

### Programas de Física de Cuarto Curso

Con relación a los programas de Cuarto Curso, dado que ya están en vías de ser reformados y no conozco el anteproyecto del programa, me limito a decir que debe estar organizado de igual manera que el de Segundo Curso. Además, que se tome en cuenta el tiempo de trabajo y el nivel intelectual de los alumnos y se tenga en consideración que los conocimientos adquiridos en este curso como en el quinto serán en la mayoría de los casos una propedéutica para el ingreso a la Universidad y ya no se trata sólo de ideas fundamentales como en el segundo curso.

### Programas de Física de Quinto Curso

El programa de Quinto Curso, de igual manera que el de Cuarto, está en vías de reforma. Sería importante que para éste se tomen también en consideración las sugerencias dadas para la elaboración del de Cuarto. Es de importancia la iniciación del programa, con un estudio de los movimientos ondulatorios en general, estudiando los fenómenos de reflexión, refracción, difracción, polarización, etc. Una serie de experimentos sencillos e ilustrativos sobre ondas producidas en el agua permiten al alumno adquirir fácilmente conocimientos básicos. También sería importante que antes de entrar en los puntos de reflexión y refracción del sonido, como de la luz, introducir el tema principio de Fermat o tiempo mínimo, en forma sencilla, pues así el alumno comprenderá el por qué de las leyes que rigen a estos fenómenos.

La parte referente a la acústica y a la óptica está demasiado recargada y es así casi imposible concluirla en el primer trimestre. Por lo tanto conviene tomar en cuenta en el nuevo programa

el número de clases en este período y disminuir la extensión en algunos puntos, por ejemplo, en polarización basta aplicar el concepto que se dió en el inicio del programa y explicar solamente un método de polarización, el que sea más accesible a la experimentación, por ejemplo, polarización por reflexión, porque prismas de Nicol, vidrio birrefringentes, turmalinas, no las tenemos en el país, pero sí poseemos espejos para poder realizar estos experimentos.

El contenido del segundo trimestre del Quinto Curso se presenta en su mayor parte a ser desarrollados en forma experimental, con lo cual, a mi entender, se ahorra tiempo. En cuanto al estudio de las máquinas electrostáticas basta con una, aquella que sea más fácil de adquirir por ejemplo el electróforo de volta, o por lo menos, la presentación de una película.

El tercer trimestre debe también resumirse dejando lo fundamental, pues recordemos que en este trimestre, los alumnos, en su afán de preparar exámenes privados, descuidan un tanto su programa de curso.

Al comparar nuestros programas de Física con los de Costa Rica y Guatemala encontramos lo siguiente: el programa de Física de Costa Rica comprende en líneas generales los siguientes temas: Primer Año: Magnetismo, Acústica, Máquinas simples. Segundo Año: Termología, Estática, Cinemática y Dinámica. Tercer Año: Mecánica de los Fluidos, Aerostática, Aerodinámica y Optica. Cuarto Año: Electricidad y Radiotecnica. Quinto Año: Sistemas de Unidades, Fuerzas, Movimiento y Resultante, Presiones en los Fluidos, Principio de Pascal y Arquímedes, Leyes de los Gases. El orden de este programa lo encuentro ilógico, pero tiene la ventaja que la Física se enseña en los 5 cur-

tos de Bachillerato (Obligatorio para cualquier carrera). La Física no es en este país asignatura independiente, sino que forma parte del programa de Ciencias Físico-Químico-Biológicas.

El programa de Física de Guatemala, sigue en líneas generales un orden de temas igual que el nuestro, pero formando parte como unidades del programa general de Ciencias Naturales, que comprenden Física, Química y Biología. La asignatura se da durante los 3 primeros años de secundaria o Ciclo Básico pre-vocacional.

A mi entender, dada la importancia de la Física y la extensión de nuestros programas de segundo curso, muy bien podríamos seguir el ejemplo de estos países y repartir el programa en los tres cursos del primer ciclo de Educación Media. En cuanto al número de horas en cada curso, podemos al igual que en Costa Rica y Guatemala establecer dos clases semanales. Es de importancia también señalar que los alumnos que continúen estudios de bachillerato al llegar al cuarto curso no han olvidado los conceptos fundamentales.

b) RESULTADOS DE LA ENCUESTA RELATIVA A LA ENSEÑANZA PRACTICA DE LA FISICA.-

Con el propósito de conocer la situación real de la enseñanza práctica de la Física en el país, se llevó a cabo una encuesta entre todas las Instituciones inscritas en la Dirección General de Educación Media. Se enfocó la atención fundamentalmente en la investigación del material y equipo de Física que puedan disponer los distintos Centros y el uso que de ellos se hace. Desgraciadamente muchos directores no respondieron, a pesar de que se incluyó el franqueo de las respuestas. Por ese motivo solamente se presentan los datos de 62 Instituciones que respondieron, o sea la terce-

ra parte de los Centros consultados. Sin embargo, esta es una muestra significativa que permite deducir conclusiones de interés. Los resultados obtenidos de las instituciones que respondieron fueron los siguientes:

Total de Instituciones que respondieron . . . . .	62
Carecen de Gabinete de Física . . . . .	29
Poseen Gabinete de Física Incompleto. . . . .	28
Poseen Gabinete de Física Completo . . . . .	5

A este respecto conviene aclarar que con el término completo he querido significar el equipo y material mínimo indispensable para la realización de los experimentos al nivel secundario. Es fácil deducir la existencia de un 47% de las Instituciones analizadas que carecen del más mínimo elemento de trabajo para la enseñanza práctica de la Física, lo cual da por resultado una enseñanza deficiente en la que los alumnos no tienen la oportunidad de conocer ninguno de los aparatos y sistemas de que se les habla en clase.

Desglosando en ramas el equipo de las 33 Instituciones que poseen gabinete de Física, sea este completo o incompleto, encontramos la distribución siguiente:

Equipo de Mecánica	existe en 33 Instituciones
" " Termología	" " 18 "
" " Optica	" " 32 "
" " Acústica	" " 18 "
" " Magnetismo y Electricidad	" " 28 "

Es conveniente señalar que de estos gabinetes, 29 han sido adquiridos en el extranjero y 4 han sido construidos parcialmente en el país.

Uso del Gabinete de Física en las Instituciones consultadas.

Una parte importante de la encuesta consistió en investigar el uso que se le da a los gabinetes de Física que poseen los diferentes Centros. Los resultados que se obtuvieron fueron realmente desconsoladores y pueden resumirse así:

Instituciones que poseen gabinete de Física, completo o incompleto . . . . .	33 (100%)
Usan regularmente el Gabinete de Física. . . . .	3 ( 5% )
Ocasionalmente usan el Gabinete de Física . . . . .	21 (80.5%)
No usan Gabinete de Física . . . . .	9 (14.5%)

Llama la atención el hecho de que un 53% de las Instituciones analizadas poseen un Gabinete de Física, sólo lo usan regularmente 3 instituciones y la mayoría de las que lo usan, sólo lo hacen ocasionalmente. En vista del bajo porcentaje de instituciones que hacen uso del Laboratorio de Física, estudiamos las razones por las cuales no se usa o no se hace uso debido de los Gabinetes. El resultado de la encuesta apunta como razones principales, las siguientes:

- 1 - Falta de tiempo
- 2 - Locales inadecuados
- 3 - Desconocimiento del manejo del Gabinete
- 4 - Falta de Guías de Trabajo
- 5 - Desconocimiento del valor que representa el método experimental en la enseñanza de las ciencias.
- 6 - Apatía del profesor

Los problemas que representan los resultados de esta encuesta han sido parte importante en el desarrollo de este trabajo y han servido de base para elaborar sugerencias que se presentan como solucio-

nes posibles en páginas posteriores.

c) COMENTARIOS EN RELACION AL DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE FISICA EN LA EDUCACION MEDIA.

En el desarrollo de los programas de Física se tropieza con el problema referente al manejo de unidades, tanto en el segundo como en el cuarto y quinto cursos. Este problema es quizás el más frecuente en los estudiantes, pues ellos prefieren escribir las cantidades con los valores numéricos solamente, omitiendo sus unidades respectivas. Una manera práctica de resolverlo es haciendo hincapié desde las primeras clases en que escriban las cantidades con sus respectivas unidades. Es completamente inadecuado y de muy poco resultado dar una o varias clases de sistemas de medidas y sus equivalencias entre sí, porque con facilidad lo olvidan. Lo mejor, a mi entender, es que cada concepto que se vaya enseñando, se insista en qué unidades se mide y se les acostumbre a usar un sólo sistema, por ejemplo el M.K.S., sin que esto excluya a los otros.

He observado que muchos profesores de Física no exigen el uso de unidades a sus alumnos, lo cual es un problema más grave aún, por ser los profesores los que ayudan a fomentar tan mal hábito. La Física como la define Lord Kelvin: "Es la ciencia de la medida", pero medidas correctas y cuando escribimos de una cantidad sólo su valor numérico, habremos hecho Aritmética, Algebra, etc., pero no Física, pues una magnitud Física representa la razón entre una magnitud y la que se toma como unidad. Al resolver problemas sencillos de Física sin el uso adecuado de las unidades, encontramos que el alumno no sabe qué unidad le resulta y así muchas veces vemos que el tiempo lo mide en cm. ú otras unidades. Este absurdo no sucedería si el alumno

se acostumbra a colocar a cada valor numérico su respectiva unidad. La unidad final resultará de una simplificación de las unidades colocadas en el problema y no un producto del azar.

Al resolver problemas he encontrado que los hacen con facilidad si se les orienta para su solución en el siguiente orden:

- a) Después de presentarles el problema, sugerirles extraer los datos principales
- b) Si las unidades de estos datos están en sistemas distintos, pedirles que los conviertan a un mismo sistema.
- c) Seleccionar la fórmula adecuada para el desarrollo del problema.
- d) Despejar la incógnita
- e) Sustituir en la fórmula los datos
- f) Efectuar las operaciones indicadas

Las fórmulas no deben obligadamente aprenderse de memoria. Con esto sólo se consigue hacer el aprendizaje de la Física muy árido. El Dr. Charles Greenblatt, Asesor técnico de Ciencias Básicas de la Escuela de Medicina, ha publicado recientemente un artículo en el periódico "Epacta", titulado: "Mentes abiertas y libros abiertos", en el cual razona la necesidad de dar, incluso en los exámenes, las fórmulas a los alumnos. Lo importante es el entendimiento de la fórmula, el conocimiento de lo que expresa y no su memorización.

### El Factor Tiempo

La mayoría de Directores de los Centros Educativos del País han dado como respuesta a la encuesta realizada, que el tiempo de que se dispone para la enseñanza de la Física es muy poco y que los programas son demasiado extensos. No cabe duda que esto es completamente cierto

y que por lo menos en segundo curso, que es cuando se tienen que dar ideas fundamentales de la asignatura y que para la mayoría de estudiantes que no continuarán estudios de Bachillerato será la única oportunidad de estudiar la Física.

Una forma de solucionar el problema de la limitación en tiempo sería aumentar una hora a la semana cuando menos y así dedicar 3 horas para clases teórico-prácticas impartidas por el profesor y dos clases prácticas en las cuales los alumnos trabajarán solos, usando los conocimientos ya adquiridos, pero vigilados por el profesor. Otra solución a este problema se dió cuando se comparó nuestro programa con el de otros países centroamericanos.

La técnica aconseja que materias como Física, Química, Biología, etc. deben tener en su desarrollo un 70% de enseñanza práctica y 30% de teoría; pero en base a la escasez de personal y equipo que se dispone, se podría aceptar al menos un 50% para clases prácticas y 50% para clases teóricas.

Para los profesores de las ciudades grandes, como San Salvador, Santa Ana, etc., la organización de un curso teórico práctico no hay duda que resulta difícil, pues en el afán de hacerse un mediano sueldo, el profesor tiene la necesidad de desplazarse de un colegio a otro. Lo que dentro de nuestras posibilidades puede llevarse a cabo es agrupar las clases que se imparten en un mismo colegio en días determinados y así poder disponer de una tarde completa o una mañana y organizar su curso teórico práctico de Física. Este problema no lo tiene el profesorado de las ciudades pequeñas pues la mayoría son profesores que trabajan en un sólo Centro. Más importante aún es la necesidad de contar con personal de planta que pueda dedicarle todo el tiempo necesario a la enseñanza de su materia.

#### IV - SUGERENCIAS PARA LA ENSEÑANZA PRACTICA DE LA FISICA

##### a) Uso del Gabinete de Física

Un gabinete de Física, ya sea adquirido en el extranjero o comprado en el país y elaborado por los alumnos y el profesor, debe estar organizado de modo que ofrezca facilidades a los que realizarán experiencias. Sobre este asunto hay varios criterios, uno de ellos es que se organice por experimentos; se elabore una lista de los experimentos que se pueden efectuar y se agrupen los materiales referentes al experimento con el mismo número. Este método tiene la ventaja que el experimentador no tiene que buscar por diversos sitios cada una de las partes componentes de su dispositivo experimental, pero requiere gran cantidad de material y por ende resulta demasiado caro y no se acomoda a los escasos recursos de la mayoría de nuestros Centros Educativos.

Otra forma de organizarlo es agrupando los materiales según su uso, de tal manera que los materiales referentes a mecánica, a calor, acústica, óptica, magnetismo y electricidad estarán en un grupo determinado. En otro grupo especial se reunirán los materiales de uso común como soportes, varillas, nueces, pies cónicos, etc. La ventaja, es la facilidad que da al experimentador para encontrarlos rápidamente y su costo es mucho menor que el del primero.

Los materiales ya organizados deben guardarse en un lugar seco, dentro de vitrinas si las hay o de cualquier otro depósito. No debe colocarse en el mismo sitio del laboratorio de Química, por cuanto los vapores de los reactivos arruinan los aparatos, especialmente los de metal.

### Uso del Gabinete de Física por los alumnos

Reunidos en grupos de cinco o seis alumnos trabajarán en los experimentos preparados con anterioridad por el profesor para ser desarrollados durante el trimestre, semestre o como organice su trabajo.

La escasez de material obliga a que las prácticas se hagan en forma rotativa, es decir que si hay cinco grupos trabajando, habrán cinco prácticas distintas desarrollándose. Lo ideal sería que los alumnos trabajen individualmente.

Como una guía de prácticas que pueden realizarse con el equipo mínimo descrito en páginas posteriores, se ofrece la lista siguiente:

#### Prácticas que pueden realizarse en Segundo Curso con el Equipo Mínimo

- 1 - Mediciones con el calibrador
- 2 - Determinaciones de volúmenes de cuerpos de forma regular
- 3 - Determinaciones de volúmenes de cuerpos de forma irregular
- 4 - Ley de Hooke
- 5 - Fuerzas paralelas
- 6 - Paralelogramo de las fuerzas
- 7 - Principio de los momentos
- 8 - Plano inclinado
- 9 - Experimentos sobre palancas
- 10 - Experimentos con poleas
- 11 - Caída libre
- 12 - Conservación de la energía
- 13 - Experimentos sobre el péndulo
- 14 - La presión hidrostática
- 15 - Pesos específicos. Densidad de los líquidos

- 16 - Empuje
- 17 - Principio de Arquímedes
- 18 - Densidad de los sólidos
- 19 - Efectos de la presión atmosférica
- 20 - Ley de Boyle Mariotte
- 21 - Coeficiente de dilatación de los gases
- 22 - Dilatación de los líquidos
- 23 - Calor específico
- 24 - Propagación del calor
- 25 - Ley de Gay-Lussac
- 26 - Temperatura de ebullición del agua y factores que la modifican.
- 27 - Velocidad del sonido. Resonancia
- 28 - La no propagación del sonido en el vacío
- 29 - Tono del sonido
- 30 - Fotometría
- 31 - Reflexión y Refracción de la luz
- 32 - Formación de imágenes en las lentes
- 33 - Imágenes en espejos esféricos
- 34 - Electrostática
- 35 - Construcción de una pila
- 36 - Magnetismo
- 37 - Imanes rotos
- 38 - Imanes moleculares
- 39 - Ley de Ohm
- 40 - Efectos de la corriente eléctrica

Experimentos que pueden realizarse en el Cuarto Curso

- 1 - Mediciones con el calibrador
- 2 - Principios de la dinámica de Newton
- 3 - Composición de fuerzas paralelas
- 4 - Aparejo factorial
- 5 - Aparejo potencial
- 6 - Aparejo diferencial
- 7 - Leyes del movimiento uniformemente acelerado
- 8 - Densidad y peso específico
- 9 - Plano Inclinado
- 10 - Prensa Hidráulica
- 11 - Principio de Arquímedes
- 12 - Equilibrio de los Cuerpos Flotantes
- 13 - Teorema de Torricelli
- 14 - Presión atmosférica
- 15 - Ley de Boyle-Mariotte
- 16 - Manómetros
- 17 - Coeficiente de dilatación lineal
- 18 - Coeficiente de dilatación cúbica
- 19 - Variación de la densidad con la temperatura
- 20 - Ley de Gay-Lussac
- 21 - Coeficiente de dilatación de los gases
- 22 - Transformación isométrica de los gases
- 23 - Propagación del calor
- 24 - Cambios de estado
- 25 - Leyes de la ebullición

Experimentos que pueden realizarse en el Quinto Curso

- 1 - Propagación de movimientos ondulatorios en el agua
- 2 - Propagación del sonido
- 3 - Velocidad del sonido
- 4 - Vibraciones
- 5 - Tubos sonoros
- 6 - Resonancia
- 7 - Cámara obscura
- 8 - Reflexión de la luz
- 9 - Ley experimental de la fotometría
- 10 - Imágenes en espejo plano
- 11 - Imágenes en espejo esférico
- 12 - Leyes de la refracción de la luz
- 13 - Variaciones del índice de refracción de un par de sustancias con la modificación de la densidad
- 14 - Dispersión de la luz
- 15 - Imágenes en lentes
- 16 - Imanes quebrados
- 17 - Comprobación de imanes moleculares
- 18 - Electrización por frotamiento
- 19 - Influencia electrostática
- 20 - Campo eléctrico
- 21 - Campo magnético
- 22 - Electroquímica
- 23 - Resistencia de un conductor en función de temperatura, sección, longitud.
- 24 - Coeficiente de resistividad
- 25 - Asociación de resistencias en serie y paralelo

26 - Uso de Shunt

27 - Puente de Wheatstone

28 - Asociación de pilas

29 - Ley de Joule

30 - Ley de Faraday

31 - Campo magnético de una corriente. a) en un conductor rectilíneo, b) en una espira, c) en un solenoide

32 - Electroimanes

33 - Ley de Lenz

34 - Inducción electromagnética

b) Material y Equipo Mínimo necesario para la Enseñanza de la Física en la Educación Media.

Para que la enseñanza de Física sea efectiva, todo centro educativo debe poseer un gabinete mínimo, ya sea fabricado por los alumnos y el profesor o adquirido en el extranjero, según los medios económicos de que se disponga. Un gabinete de Física es tan indispensable en la educación como el local mismo en que se aloja el Centro, pero una vez adquirido, no debe constituir un escaparate decorativo en el que se conservan intactos los aparatos y que sólo sirva a los alumnos, para originarles continuas prohibiciones de parte del profesor para evitar que sea deteriorado, aduciendo el alto costo que representa.

Trato de resolver el problema de la adquisición del gabinete de Física en páginas siguientes presentando dos listas de los materiales indispensables con que debe contar un gabinete mínimo, para efectuar los experimentos básicos. Dichas listas las he elaborado en base a los temas fundamentales de los programas y a su fácil adquisición o elaboración.

El material y equipo de fácil construcción, es una solución adecuada al problema de material y equipo para aquellas instituciones de

escasos recursos económicos, que poseen taller de Artes Industriales. A sugerencia del profesor de Física y con la colaboración de los alumnos puede construirse el gabinete de física básico.

A los centros educativos particulares que aún no lo tienen, bueno sería que el Ministerio de Educación, les sugiriera la conveniencia de equipar su plantel, dedicando parte de sus ingresos a la compra de gabinetes mínimos. A tal grado considero de importancia la adquisición de un gabinete de Física, que sería conveniente que no se autorice ningún Centro de Educación Media con cursos en que se imparta esta materia, si no tiene el material necesario.

En el caso de los centros oficiales que carecen de ello, el Ministerio de Educación debe incluir una partida en el presupuesto, para la adquisición de material didáctico en Educación Media, especialmente para los Planes Básicos, que no tienen presupuesto especial.

Con el objeto de ayudar a muchos profesores que según nuestra encuesta desconocen los lugares a donde pedir el material, agrego una lista de Casas a las que se puede pedir el material y equipo mínimo.

- |  |   |
|--|---|
| 1 - J.Vellvé Company, Inc.                         | 25 Beaver Street, New York, U.S.A.                              |
| 2 - E.Leybolds Nachfolger                          | Köln Bayental, Börner Strasse 504,<br>Alemania.                 |
| 3 - Cultura  | Mesón de Paños, 6 Plaza Isabel II,<br>Madrid, España.           |
| 4 - Centro Internacional<br>D'Auxiliaires Visuales | Bruxelas, Banque Du Congo Belgue A.<br>Leopoldville, No.933-955 |
| 5 - Deyrolle                                       | 46 Rue de Bac, Paris . VII                                      |
| 6 - Phywe, A.G.                                    | Göttingen Postschliessfach 665<br>Alemania.                     |

El precio aproximado según proformas pedidas y facturas recientes es de Dos Mil Quinientos Colones (\$2,500.00), valor CIF.

Material y Equipo Mínimo Adquirible en el Extranjero

Lista No. 1

<u>Item No.</u>	<u>Cantidad</u>	<u>D e s c r i p c i ó n</u>
1	1	regla graduada
2	1	catetómetro sencillo con 2 diferentes cursores sobre pie cónico
3	1	calibrador para medidas interiores y exteriores
4	1	modelo de calibrador para demostración de madera con lectura de nonio de 1 m. de longitud
5	1	modelo de tornillo micrométrico de aluminio sobre trípode
6	2	beakers de 500 ml
7	3	probetas de 200 ml., 250 ml. y 10 ml.
8	1	nivel de carpintero
9	1	cronómetro de bolsillo
10	1	balanza hidrostática de latón con 2 platillos con arcos largos y 1 corto
11	1	juego de pesas compuesto de pesas de latón de 100 a 1000 gr. en block de madera
12	1	juego de pesas de latón desde 0.001 gr. a 200 gr.
13	1	dinamómetro de alcance 10 pontios o gramos fuerza
14	2	dinamómetros de alcance 1 Kf.
15	1	dinamómetro de alcance 100 Kf.
16	1	dinamómetro de alcance 250 Kf.
17	1	polipasto de 6 poleas, 3 fijas y 3 móviles
18	1	juego de pesas con hendidura 50 gr. y $\pm$ 0.5 grm.
19	2	trípodes normales
20	1	varilla de 100 cm.
21	2	varillas de 50 cm.

22	2	varillas de 50 cm.
23	1	polea fija con vástago 10 mm.
24	1	polea suelta
25	1	rueda de Maxwell
26	1	areómetro de Nicholson
27	1	aparato de propagación de la presión según Pascal
28	1	modelo de Prensa Hidráulica de vidrio
29	1	cápsula de presión según Hartl para demostrar la presión hidrostática en el interior de un líquido
30	1	cilindro de Arquímedes
31	1	areómetro para pesos específicos de 0.7 a 1 gf./cm <sup>3</sup>
32	1	areómetro para pesos específicos de 1 hasta 2 gf./cm <sup>3</sup>
33	1	plano inclinado
34	1	carretilla
35	1	palanca de 57 cm. con ganchos
36	1	esfera de vidrio con 2 pinzas de presión para pesar aire
37	1	barómetro periforme
38	1	jeringa de gas con llave de 100 ml.
39	1	bomba aspirante modelo de vidrio
40	1	bomba impelente modelo de vidrio
41	1	bomba neumática de llave
42	3	prensas de mesa
43	1	campana de vacío de 228 mm. de diámetro
44	1	platina de vacío sin llave 228 mm. de diámetro sobre mango de 10 mm.
45	1	junta de hule para cerrar herméticamente los recipientes sobre la platina
46	1	aparato para movimientos centrífugos
47	1	sirena de disco perforado

48	1	portadisco con espiga de 10 mm. para la sirena anterior
49	1	somómetro longitud 75 cm. con 2 cuerdas estirables por medio de clavijas, escalas de medida y de sonido para el estudio de las oscilaciones de las cuerdas
50	1	diapasón de 440 oscilaciones por segundo sobre caja de resonancia.
51	1	martillo para golpear diapasones
52	1	modelo de construcción de tubo de lengua con lengua variable y visible a través del tubo.
53	1	mechero Bunsen
54	1	anillo de gravessande
55	1	pirómetro de cuadrante, sencillo para comprobar la diferente dilatación de los cuerpos sólidos con indicador visible a larga distancia
56	1	termómetro escolar con escalas de Celsius y Fahrenheit 25 cm. de largo montado sobre tablita de madera. -10 hasta + 100°C.
57	1	termómetro de laboratorio de -10 a 250°C
58	1	termómetro de máxima y mínima en caja de metal para atornillar en un marco de ventana con imán, de 20 cm. de largo.
59	2	imanes rectos con polo N. y S. marcados, tamaño 200 x 20 x 7 mm. en capuchón de ágata 80 mm.
60	1	imán de herradura con barra de hierro para el corto circuito
61	1	máquina de influencia (máquina electrostática de Wimshurst)
62	1	transformador regulador de anillo nuclear de 0-20 v. alterna.
63	1	rectificador de corriente de 0-15 v.
64	4	flexibles de corriente de 25 cm. c/u
65	2	flexibles de corriente de 50 cm. c/u
66	4	flexibles de corriente de 1 m. c/u
67	2	bornes con aislador con mango de 10 mm.
68	4	pie cónicos

- 69 1 interruptor de palanca de 2 polos utilizable como conmutador e interruptor
- 70 1 galvanómetro D'arsonval recomendable para clases de grupos numerosos
- 71 5 bobinas de alcance de medición sujetables para el galvanómetro:
- 1 - Alcance de 1A Ca Cc
  - 1 - " " 2Ma, Cc
  - 1 - " " 3V. Ca y Cc
  - 1 - " " 10V Ca y Cc
  - 1 - " " 50V, Ca y Cc
- 72 1 reóstato de cursor 10 ohmios 8A
- 73 2 resistencias de 10 ohmios y otra de 20 ohmios
- 74 6 focos para tensión de 6 volt. puntuales
- 75 1 aparato de descomposición de agua con accesorios
- 76 1 lámpara de foco puntual
- 77 1 juego de portadiafragmas para lámpara
- 78 1 condensador doble de 50 mm. de distancia focal para lámpara de foco puntual. (Como fuente de luz da mejores resultados una lámpara de arco con condensador doble de regulación manual con su respectivo indicador.)
- 79 1 caja de carbones homogéneos de 6 mm. de diámetro
- 80 1 pantalla traslúcida
- 81 1 colimador variable sobre vástago
- 82 1 espejo cóncavo
- 83 1 espejo convexo
- 84 2 espejos planos sobre vástago
- 85 2 lentes positivas sobre vástago una de 10 cm. de distancia focal y otra de 30 cm.
- 86 1 prisma de visión directa
- 87 1 lente negativa de 10 cm. de distancia focal sobre vástago
- 88 1 disco de Hartl sobre vástago con pie cónico

89	1	cuero de vidrio isóseles rectangular
90	1	cuero de vidrio trapezoidal
91	1	cuero de vidrio biconvexo con radio pequeño
92	1	espejito plano montado en madera
93	1	filtro de color azul
94	1	filtro de color verde
95	1	filtro de color rojo
96	1	filtro de color violeta
97	2	polarímetros
98	1	recipiente cilíndrico para envasar líquidos
99		alambre de constantán de 0.3 mm. de diámetro
100		alambre de constantán de 0.2 mm. de diámetro
101	1	cartón de alambre de hierro de 0.2 mm. de diámetro
102	1	cartón de alambre de cobre de 0.2 mm. de diámetro
103	6	doblenueces
104	2	nueces con espiga
105	1	nuez con gancho
106	1	nuez con cuello de cisne
107	1	fichero para gabinete básico con descripción de experimentos.

Material que constituye el equipo mínimo de Física de fácil construcción en el Establecimiento y adquisición en el mercado

Lista No.2

<u>Item No.</u>	<u>Cantidad</u>	<u>D e s c r i p c i ó n d e l M a t e r i a l</u>
1	1	Regla graduada de 1 m.
2	2	reglas graduadas de 20 cm.
3	1	Vernier para medidas interiores y exteriores
4	1	modelo de calibrador de madera
5	1	tornillo micrométrico
6	2	vasos de vidrio blanco
7	1	probeta de 250 ml.
8	1	balón esférico de 250 ml.
9	1	reloj con segundero
10	6	pesas de plomo, 10 gr., 20gr., 30 gr., 40 gr., 100 gr., 200 gr.
11	6	argollitas para poner a las pesas
12	10	metros de alambre de hierro galvanizado para fabricar resortes
13	2	poleas fijas de madera
14	1	regla de 60 cm. con clavos a 5 cm. de distancia.
15	1	polipasto compuesto de 2 poleas fijas y 2 móviles
16	1	polea múltiple
17	2	soportes de madera
18	2	péndulos de metal
19	1	jeringa hipodérmica de 50 ml.
20	1	jeringa hipodérmica de 10 ml.
21	1	semicírculo de madera, graduado
22	1	tabla de 1 m. x 10 cm. para plano inclinado

23	1	embudo pequeño
24	1	metro de tubo de caucho o de polietileno de 10 mm. de diámetro
25	4	tubos de vidrio de 1 m. de largo de 4 mm., 0.5 mm., 15 mm., 2 mm. de diámetro
26	2	péndulos de madera pequeños
27	3	tubos de ensayo pyrex
28	1	tubo de vidrio en U de 10 mm. de diámetro y ramas de 20 cm.
29	1	tubo de vidrio en T.
30	1	cocina de gas pequeña
31	1	balón de 50 cm <sup>3</sup> con tapón horadado
32	1	bloque de hierro, pequeño, o de cualquier otro metal
33	2	matraces de 50 ml.
34	6	tapones de corcho o de hule horadados
35	1	agitador de vidrio
36	1	disco metálico perforado para sonido, con manivela
37	2	termómetros de 0°C a 100°C.
38	1	litro de alcohol de 90°
39	1	recipiente vacío de leche
40	1	frasco vacío de aceite o de D.D.T., prismático
41	1	huevo
42	1	libra de sal
43	20	cm <sup>2</sup> de tela metálica para poner en la base al calentar recipientes de vidrio
44	1	batería para carro de 6 voltios
45	4	pilas secas de 1½ voltios
46	4	resistencias de 10 ohmios
47	2	resistencias de 50 "

48	4	resistencias de 30 ohmios
49	2	resistencias de cocina
50	2	metros de alambre de hierro galvanizado para circuitos sencillos de 0.4 mm. o de 0.2 mm.
51	4	agujas de coser para hacer brújulas
52	2	espejos planos
53	2	soportes de madera para tubos
54	1	juego de cuerdas de guitarra
55	1	caja de madera de 1 m. x 15 cm. x 10 cm. con clavijas (modelo de sonómetro)
56	1	transportador
57	1	lámpara de mano
58	1	escuadra
59	3	frascos vacíos de café
60	6	metros de alambre de cobre No.32
61	5	metros de alambre de cobre No.12 para construir bobinas
62	1	cuadro de madera pequeño para pantalla
63	1	pie cuadrado de pergamino o papel mantequilla para pantalla.
64	2	pilas usadas para obtener el embase de zinc
65	2	cartones de 20 x 20 cm. con hendiduras (modelo de colimadores)
66	6	metros de flexibles forrados
67	10	metros de cordel delgado
68	1	carrete vacío de hilo para plano inclinado
69	1	frasco grande de vidrio
70	2	botellas kerosene
71	2	vejigas
72	4	pliegos de papel milimetrado

73	1	paquete de candelas
74		anilinas de colores vivos
75	1	varilla de cobre o de otro metal
76	1	frasco vacío de Real Kill con bomba
77	1	tubo de vidrio de 60 cm. de longitud y 3 cm. de diámetro
78	1	diapasón
79		alfileres
80	1	lente positiva de 15 cm. de distancia focal
81	1	lente negativa de 10 cm. de distancia focal
82	1	espejo cóncavo
83	1	espejo convexo
84	4	alcances para galvanómetros: 1 - Alcance de 1A Ca, Cc 1 - " " 2Ma, Cc 1 - " " 3V, Cc 1 - " " 10V, Cc
85	1	prisma de visión directa
86		hilo de seda
87	6	varillas de vidrio de 20 cm. de longitud aisladas en el extremo
88	4	bolitas de corcho
89	4	barras de carbón
90	1	galvanómetro de alcance cambiable
91	2	clavos grandes de acero para fabricas imanes
92	2	imanes en forma de herradura
93		limaduras de hierro
94	1	foco de lámpara de 1.5 voltios
95	1	frasco de vidrio pequeño
96	1	cascabel

97	1	caja de madera para cámara oscura
98	2	balanzas de resorte
99	1	bollo de hilo
100	5	canicas de vidrio
101	10	bolitas de plomo
102	1	litro de aceite mineral
103	1	tubo de vidrio doblado en forma de cuadro
104	1	tijeras
105		tela de seda
106	1	barra de lacre
107	3	tubos de 10 cm. de longitud graduados
108	1	tenaza
109	1	yoyo

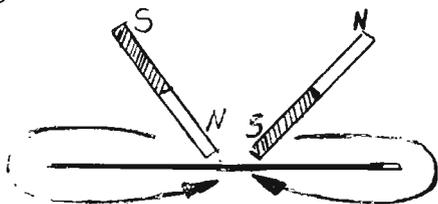
Algunas sugerencias acerca de la adquisición y elaboración del equipo

Para la fabricación de las pesas se corta el plomo en pequeños cilindros colocándole a cada uno una argollita y mediante una balanza se compara su peso, teniendo cuidado de lograr la mayor exactitud posible. Para construir resortes, buscamos pedazos de caño cuyo diámetro sea aproximado al que deseamos que tenga el resorte, luego se procede a enrollar el alambre en el caño hasta tener un resorte de la longitud requerida. El disco metálico que servirá de sirena puede construirse con hojalata o aluminio; en este disco deben abrirse orificios colocados en ocho circunferencias concéntricas. El número de orificios en cada circunferencia será variable, así: 24 orificios en la primera circunferencia, 27 en la segunda, 30 en la tercera, 32 en la cuarta, 36 en la quinta, 40 en la sexta, 45 en la séptima y 48 en la octava. En esta forma el alumno podrá percibir las diferencias en el tono del

sonido producido cuando se hace incidir un chorro de aire en las diferentes circunferencias; como la última circunferencia tendrá doble número de orificios producirá la primera octava del sonido producido por la primera circunferencia o sea doble frecuencia, doble tono.

Las resistencias de 10 ohmios, de 20 ohmios, 30 ohmios y 50 ohmios, son de las que se usan para la reparación de radios cuyos precios por unidad oscila entre \$0.50 a \$1.00.

Para imantar las agujas que se utilizarán en la fabricación de brújulas, se procede así: se coloca la aguja entre las ramas de un imán de herradura y se golpea suavemente con un trocito de madera durante algunos minutos. Otra forma de hacerlo es frotando la mitad de la aguja con un polo del imán y la otra mitad con el otro polo, tal como se indica en la figura.



El galvanómetro de cuadro móvil y alcances cambiables, lo mismo que el prisma de visión directa deberán ser pedidos al exterior, directamente a cualquiera de las casas antes mencionadas o por medio de sus representantes en nuestro país.

Los restantes materiales de la lista, unos son de fácil construcción que no es necesaria su descripción y los otros se encuentran en plaza.

c) Guías de Experimentos

Seguidamente presento modelos de cómo el profesor puede elaborar guías de trabajos prácticos para que sean realizados por los alumnos. En dichas guías el alumno obtiene información completa para efectuar su trabajo, convirtiéndose el profesor en orientador.

Para evitar que los alumnos realicen sus prácticas sin haber sido explicado el tema por el profesor, lo cual en ocasiones es inconveniente, sugiero se dividan los temas del trimestre, si es que ha sido jornalizado por trimestres, en dos partes: la primera parte en la que el profesor sea el actor y los alumnos los observadores, y la segunda, en la que los alumnos serán los que ejecuten el trabajo y el profesor un orientador y guía.

Otra solución al problema, aunque no del todo práctica, es la de que el profesor realice dichas prácticas frente a sus alumnos tomando en cuenta los modelos de guías que en esta ocasión se presentan. Estas prácticas están elaboradas para la comprensión de los alumnos, pero pueden ser mejoradas con ideas del profesor adaptándolas a su propio método, dando la clase a base de uno o más experimentos, utilizando la inducción lógica de los alumnos y derivar de la experimentación y observación las leyes y principios que rigen los fenómenos. Simultáneamente se les entrega un cuestionario mimeografiado o se les copia en el pizarrón antes de iniciar el experimento con el objeto de ayudar a los estudiantes a fijar los conocimientos básicos del experimento, el cual debe ser entregado al final de la clase para ser corregido y comprobar hasta dónde comprendieron el fenómeno. Esta forma últimamente expuesta es la que yo he practicado en la enseñanza secundaria y he encontrado que da muy buenos resultados. Debe tomarse en cuenta que este tipo de demostración sólo da resultado cuando el número de alumnos es pequeño

y que por las condiciones del local, visibilidad, etc. el profesor logra mantener la atención del grupo.

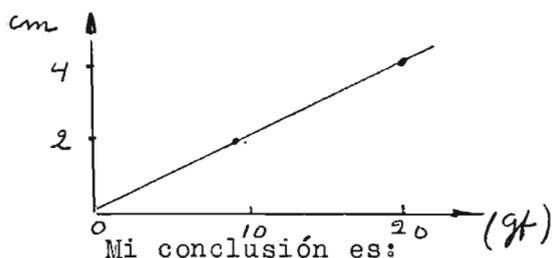
Una forma combinada, maestro y alumno, sería la de que el profesor ayudara a preparar el experimento a un grupo de alumnos y estos lo efectúen en la clase para sus compañeros, cambiando alternativamente los grupos para que todos tengan oportunidad de intervenir activamente en la clase. Esta forma tiene el inconveniente de que no todos los alumnos pueden verificar la misma experiencia y no todos tienen la habilidad de expresar bien lo que se proponen.

De todas maneras debe insistirse en que no hay substituto para el trabajo realizado por los propios alumnos.

- 3) Coloque la pesa de 10 g. y mida el aumento de longitud del resorte
- 4) Repita el experimento anterior colocando las pesas de 20, 30 y 40 g. sucesivamente.
- 5) Anote los datos obtenidos en el siguiente cuadro:

Fuerza gf.	Aumento de Longitud cm.
10	
20	
30	
40	

- 6) Elabore una gráfica con los datos anteriores colocando en el eje de las X las fuerzas y en el eje de las Y los aumentos de longitud siguiendo el ejemplo: Un resorte aumenta 2 cm. de longitud con 10 grs. fuerza, 4 cm. con 20 gramos fuerza.



Preguntas:

- 1) Cite tres aplicaciones que Ud. conoce de la Ley de Hooke.
- 2) Explique brevemente la relación que hay entre el valor de las pesas colocadas y el desplazamiento que producen

GUIA DE TRABAJO PRACTICO No.1

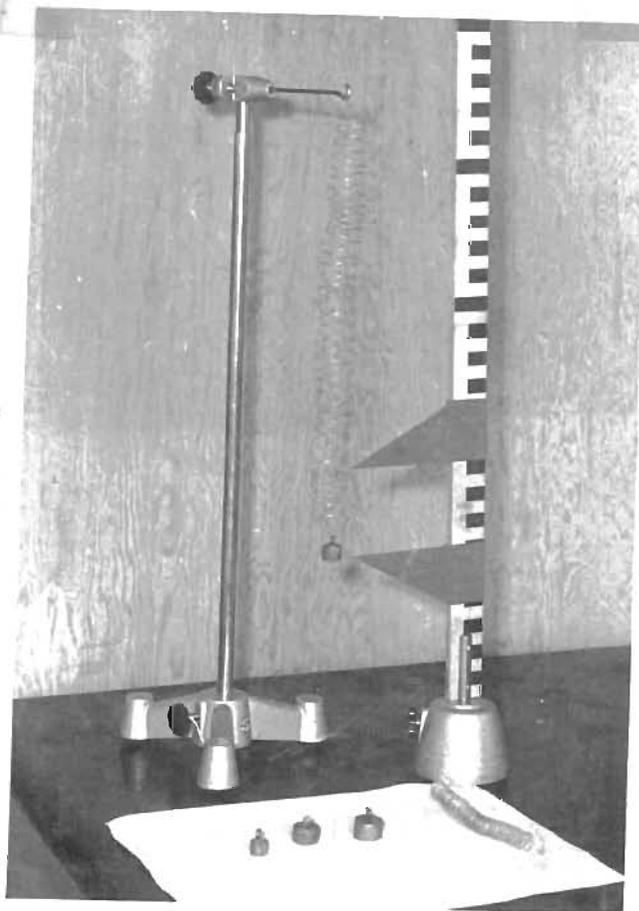
Nombre del alumno \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto: Comprobar la Ley de Hooke.

Notas Teóricas: Las deformaciones de un cuerpo elástico son directamente proporcionales a las fuerzas que las producen toda vez que no se alcance su límite de elasticidad.

Materiales: Un resorte de alambre, pesas de 10 g., 20 y 40 grs., una regla graduada, un soporte.



Experiencias:

- 1) Suspenda el resorte en el soporte según indica la figura
- 2) Mida la longitud inicial del resorte

GUIA DE TRABAJO No.2

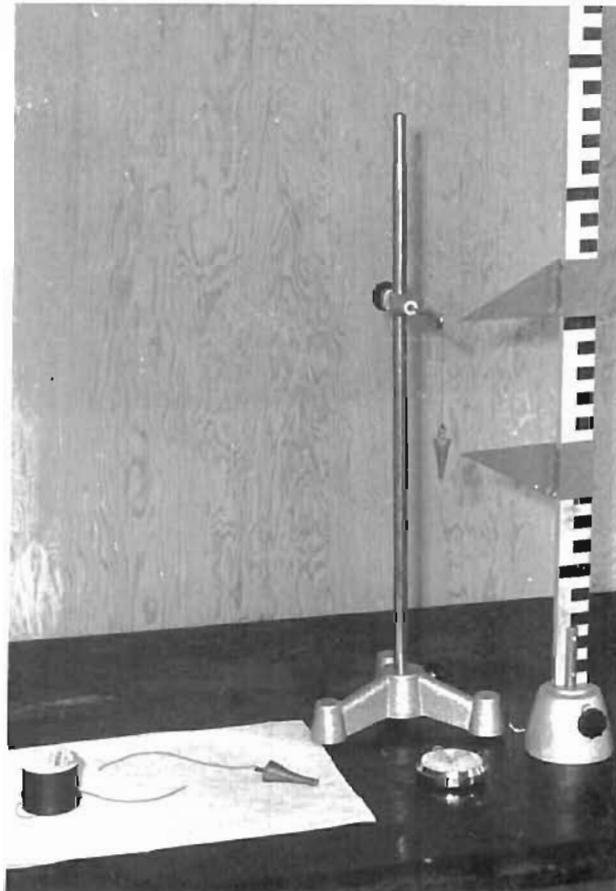
Nombre \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto del experimento: Comprobar las leyes del péndulo

Notas teóricas: El período de un péndulo es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la longitud; es independiente de la masa del péndulo y de la amplitud, cuando ésta es pequeña.

Materiales: Un cronómetro o reloj con segundero, una regla graduada, un soporte, una masa de plomo pequeña, una masa de plomo grande, hilo.



Descripción: Construya un péndulo con la masa pequeña, que mida 10 cm. de longitud, desde el punto donde la suspenda hasta el centro de gravedad de la masa usada. Suspéndalo en el soporte.

Experiencias:

- 1) Coloque una señal en la posición de equilibrio del péndulo
- 2) Tome la masa del péndulo desplazándola de su posición de equilibrio. Suéltela procurando no darle impulso, teniendo cuidado que el desplazamiento sea pequeño.
- 3) Cuento las tres primeras oscilaciones sencillas, de atrás hacia adelante, es decir: 3, 2, 1, 0, empezando a contar en el momento que el péndulo pasa por la posición de equilibrio. Esto tiene la ventaja de no medir el período en el primer momento, que pueda estar influido por el impulso dado por la mano. Cuando Ud. diga cero, simultáneamente apriete el botón del cronómetro.
- 4) A partir de cero, cuente 10 oscilaciones completas, es decir, 20 sencillas, debe pasar veinte veces por la señal colocada (para disminuir el error en la medida del tiempo)
- 5) Lea en el cronómetro el tiempo empleado y efectúe el siguiente cálculo:  

10 oscilaciones tardan \_\_\_\_\_ segundos  
1 oscilación tarda \_\_\_\_\_ segundos  
el período del péndulo es \_\_\_\_\_
- 6) Construya un péndulo en la misma forma del anterior, con la misma masa, de 40 cm. de longitud.
- 7) Mida el período siguiendo igual método que el explicado  

10 oscilaciones completas tardan \_\_\_\_\_ segundos  
1 oscilación completa tarda \_\_\_\_\_ segundos  
el período es igual a \_\_\_\_\_
- 8) Con la misma masa y en igual forma construya un péndulo de 90 cm. de longitud

9) Mida el período de igual manera que en los casos anteriores.

Los resultados son:

10 oscilaciones completas tardan \_\_\_\_\_ segundos

1 oscilación completa tarda \_\_\_\_\_ segundos

el período es igual a \_\_\_\_\_

10) Llene el siguiente cuadro con los datos obtenidos:

Longitud (cm)	Período en segundos	Raíz cuadrada de la long.

11) Mi conclusión es: \_\_\_\_\_

12) Anote el período que le resultó del péndulo de 90 cm. con la masa pequeña

13) Sin variar la longitud, cambie la masa pequeña por la grande y mida su período.

Período del péndulo de 90 cm. con masa pequeña igual a \_\_\_\_\_

Período del péndulo de 90 cm. con masa grande igual a \_\_\_\_\_

Mi conclusión es \_\_\_\_\_

14) Mida el período del péndulo de 40 cm. y masa pequeña, dándole una amplitud pequeña. Período =

15) Mida el período del péndulo anterior con una amplitud un poco mayor.

Período =

Mi conclusión es \_\_\_\_\_

Resuelva problemas con la fórmula:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

T = período (tiempo tardado en efectuar una oscilación completa.)

l = longitud del péndulo; g = aceleración de la gravedad (9.81 m/seg.<sup>2</sup> al nivel del mar)

GUIA DE TRABAJO No.3

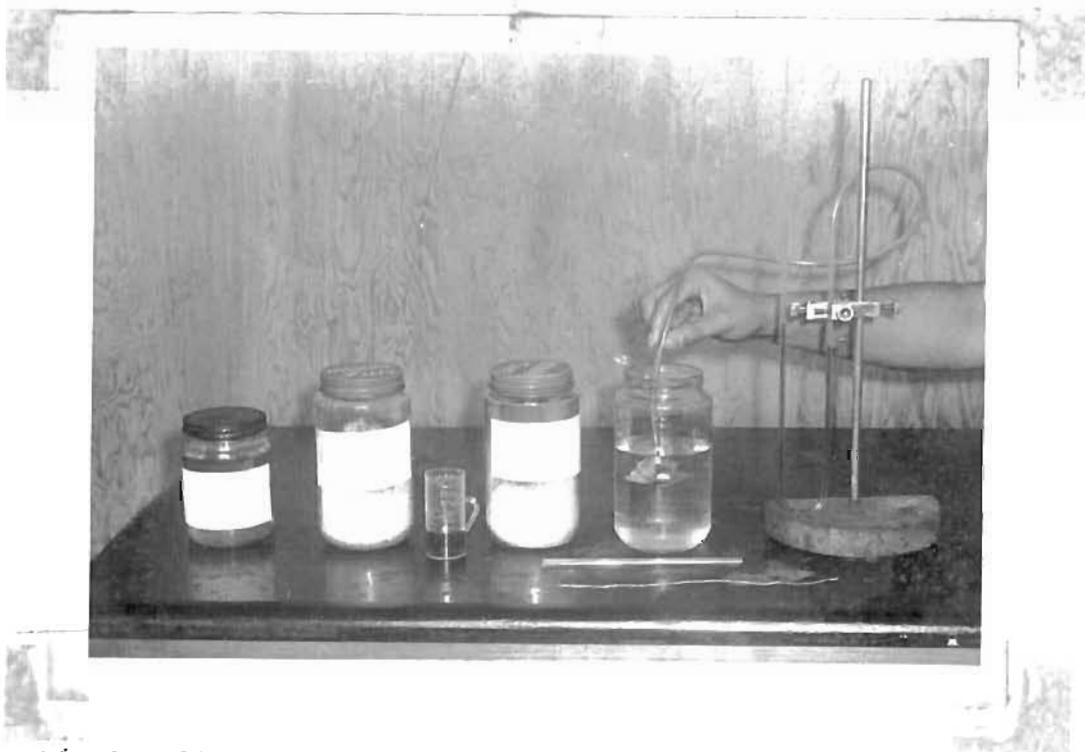
Nombre del alumnos \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto del Experimento: Comprobar los factores que modifican el valor de la presión hidrostática.

Notas teóricas: El valor de la presión en el interior de un líquido depende de la profundidad, o distancia vertical a la superficie libre del líquido, del peso específico del mismo, e independiente de la posición de la membrana en que actúa la presión.

Materiales: Un recipiente de vidrio, agua salada y petróleo (gas), un embudo pequeño, un agitador, una vejiga, hilo, un tubo de hule o polietileno, anilina de cualquier color, una regla graduada, un tubo de vidrio en U, un soporte.



Descripción del dispositivo:

La base del embudo se cubre con un segmento de vejiga (membrana sensible a las variaciones de presión). A continuación, coloque el tubo de hule y finalmente el tubo de vidrio doblado en U. Viértase en el tubo en

U agua coloreada con el objeto que sea visto desde lejos. Móntese como indica la fotografía.

Experiencias:

- 1) Introduzca lentamente el embudo perpendicular a la superficie del agua hasta cierta profundidad y observe que el nivel de agua del tubo en U sufre un ascenso, lo que significa aumento de presión.
- 2) Sumerja el embudo poco a poco en el fondo del recipiente. Anote los aumentos del nivel de la columna líquida en el tubo en U.
- 3) Con una profundidad determinada, y sin modificarla, cambie la posición de la base del embudo colocándolo inclinada y observe que no se modifica la columna líquida del tubo en U.
- 4) Colocando una marca de la altura alcanzada por la columna líquida en el tubo en U y manteniendo la profundidad del embudo cambie el agua por agua salada. Observe el desnivel del agua coloreada en el tubo en U.
- 5) Cambie el agua salada por Kerosene, sin modificar la profundidad. Observe la altura alcanzada en el tubo en U.

Preguntas:

- 1) Encuentra Ud. alguna relación entre la profundidad a que coloca el embudo y la presión hidrostática marcada por el tubo en U?
- 2) Explique en forma sencilla si hay variación de presión al inclinar el embudo.
- 3) Si el líquido en el que sumergimos el embudo es de mayor peso específico (agua salada), hay \_\_\_\_\_ presión; si tiene menos peso específico (petróleo) hay \_\_\_\_\_ presión.

GUIA DE TRABAJO No.4

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto: Comprobar el Teorema de Torricelli

Notas teóricas: La velocidad de salida de un líquido en un tubo de paredes delgadas viene dada por la fórmula:  $v = \sqrt{2gh}$  Siendo  $g =$  aceleración de la gravedad,  $h =$  distancia entre la superficie libre del líquido y el orificio de salida, es decir, que las velocidades de salida son directamente proporcionales a las raíces cuadradas de las alturas.

Materiales: Tubo de vidrio de 30 cm. de longitud estrechado en uno de sus extremos, un cronómetro, una regla graduada, un tubo de hule, una prensa pequeña, un lápiz grueso, un recipiente de vidrio, un soporte.



Experiencias:

- 1) Haga el montaje que ilustra la fotografía
- 2) Marque el tubo con un lápiz grueso a partir de la parte estrecha con los números 1-4-9-16-25.
- 3) Llene de agua el tubo hasta la última marca
- 4) Deje salir el agua y mida el tiempo que tarda en trasladarse de una marca a la otra.
- 5) Coloque los datos obtenidos en el siguiente cuadro.

Altura (cm)	Tiempo (segundos)	Raíz <sup>2</sup> de las alturas	Velocidad

6) Mi conclusión es \_\_\_\_\_

GUIA DE TRABAJO No.5

Nombre del alumno \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto: Experiencias relativas a la presión atmosférica.

Notas teóricas: La presión atmosférica se debe al peso de la columna de aire (80 km.aprox) que se ejerce por unidad de superficie.

Materiales: Un recipiente metálico en forma prismática, cocina de kerosene agua.



Experiencias:

- 1) Coloque en el recipiente metálico una pequeña cantidad de agua. El recipiente contiene agua y aire.
- 2) Haga hervir el agua. Debido a que la materia es impenetrable el vapor de agua expulsará al aire. Ahora el recipiente contiene agua y \_\_\_\_\_
- 3) Cinco minutos después de haber empezado a hervir, tápelo herméticamente.
- 4) Báñelo con agua fría. El vapor que contenía el recipiente se condensará. El recipiente contiene ahora \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_
- 5) Qué le sucede al recipiente? explique brevemente.

6) Encuentre el área total del recipiente utilizando la fórmula:

$$At = P \times h + (A_1 + A_2)$$

At = área total

P = perímetro de la base

h = altura

$A_1$  = área de la base inferior

$A_2$  = área de la base superior

At en  $\text{cm}^2$  \_\_\_\_\_

7) Sabiendo que por cada  $\text{cm}^2$  de superficie de los cuerpos soportan 1 Kf (peso del aire) aproximadamente, calcule la fuerza necesaria para deformar el recipiente aplicando:

si  $1 \text{ cm}^2 \dots \dots \dots 1 \text{ Kf}$

$At (\text{cm}^2) \dots \dots \dots X$

Preguntas:

a) En qué dirección actuó la presión atmosférica?

GUIA DE TRABAJO No.6

Nombre del alumno \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto: Comprobar la Ley de Gay Lussac.

Notas teóricas: En un gas encerrado a presión constante el cociente de dividir el volumen del gas entre la temperatura absoluta del mismo es una cantidad constante, o sea:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

Siendo  $V_1$  = volumen inicial del gas

$V_2$  = volumen del gas en la 2a. lectura

$V_3$  = volumen del gas en la 3a. lectura

$T_1$  = temperatura absoluta en la 1a. lectura

$T_2$  = Temperatura absoluta en la 2a. lectura

$T_3$  = Temperatura absoluta en la 3a. lectura

Materiales: un tubo de vidrio de 10 cm. de long. y 3 mm. de diámetro, una regla graduada, agua caliente, agua con pedazos de hielo, termómetro de 0° a 100°C, agua coloreada, recipiente de vidrio, agitador.



Experiencias:

- 1) Introduzca agua coloreada al tubo de manera que el volumen gaseoso ocupe la tercera parte del tubo. Nota: No toque el tubo en la parte que contiene gas.
- 2) Mida la longitud del tubo ocupada por el gas y la temperatura ambiente.

$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \times L_1$ ; como  $\frac{\pi D^2}{4}$  es constante para las siguientes lecturas.  $L_1$  = longitud del tubo ocupada por el gas

$V_1$  es proporcional a  $L_1$

$T_1 = \text{grados C} + 273$

- 3) Sustituya datos en la fórmula :

$$(1) \quad \frac{L_1}{T_1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 4) Introduzca la parte del tubo que contiene el gas en agua a 40°C. Agítela para que su temperatura sea uniforme. Mida la longitud del tubo ocupada por el gas hasta que deje de subir. Mida la temperatura.

$L_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$T_2 = \text{grados C} + 273$

- 5) Sustituya datos en la fórmula:

$$(2) \quad \frac{L_2}{T_2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 6) Coloque el tubo en la misma forma que en 4 en el agua con hielo. Agítela. Mida la temperatura y la longitud del tubo ocupada por el gas hasta que deje de descender.

- 7) Sustituya en la fórmula:

$$(3) \quad \frac{L_3}{T_3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 8) Compare resultados obtenidos mediante las fórmulas de 1,2,3.

Su conclusión es \_\_\_\_\_

Tarea: Resolver problemas utilizando la fórmula:  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

GUIA DE TRABAJO No.7

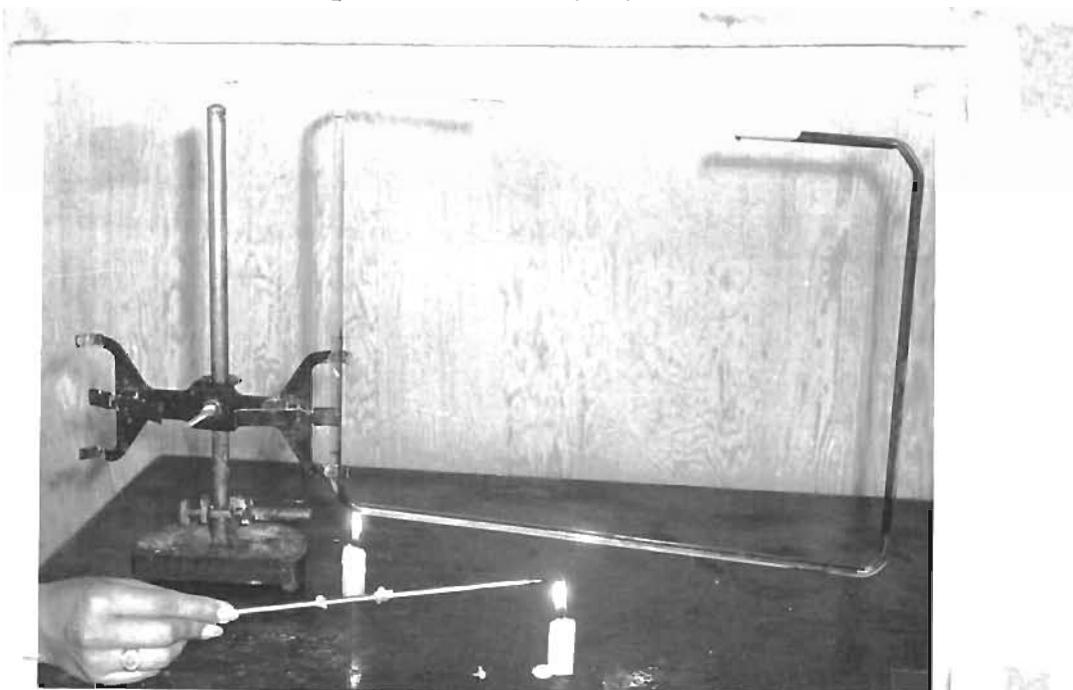
Nombre \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto: Familiarizar al estudiante con algunas formas de propagación del calor.

Notas teóricas: La energía calorífica puede desplazarse de una región a otra de un mismo cuerpo o pasar de un cuerpo a otro. A este fenómeno se llama propagación del calor y puede presentarse bajo tres aspectos: convección, conducción y radiación, de las cuales se experimentarán las dos primeras.

Materiales: 2 velas, un soporte, un tubo de vidrio doblado como el de la figura, anilina de cualquier color, agua, una varilla metálica.



A) Propagación del calor por convección.

En general la convección del calor es el transporte de la energía calorífica de un lugar a otro a causa del desplazamiento de las moléculas de un cuerpo entre dichos lugares.

Experiencias:

- 1) Llène de agua el tubo de vidrio depositado en el extremo superior unos gramos de anilina
- 2) Coloque el tubo en el soporte.
- 3) Sitúe la fuente calorífica (vela) en el ángulo opuesto en que colocó la anilina
- 4) Después de unos minutos observe el recorrido del agua coloreada
- 5) Haga un esquema de su dispositivo y señale mediante una flecha el desplazamiento del agua coloreada (Esquema en pág. 55)
- 6) Explique brevemente por qué las corrientes se establecen en el sentido observado y no al contrario.

B) Propagación por conducción.

En general el calor se propaga por conducción cuando pasa de una región a otra, de un cuerpo a otro por contacto, sin que se desplacen las moléculas de los mismos.

Experiencias:

- 7) Tome una varilla metálica y coloque gotas de estearina a lo largo de la varilla
- 8) Sosténgala por uno de sus extremos y coloque el otro extremo en la llama de una vela
- 9) Después de algunos minutos observe que las gotas de estearina se caen progresivamente desde la más cerca de la llama hasta la más lejana
- 10) El fenómeno anterior lo explico así:

Preguntas:

- 1) La propagación del calor por convección se da más frecuentemente en los cuerpos en estado\_\_\_\_\_.
- 2) La propagación del calor por conducción se da más frecuente en los cuerpos en estado\_\_\_\_\_.
- 3) Cite ejemplos en donde se aplica la propagación del calor por convección
  
- 4) Cite ejemplos en donde se aplica la propagación del calor por conducción

Esquema de la pág. 54

GUIA DE TRABAJO No.8

Nombre del alumno \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Propagación del sonido

Objeto: Comprobar experimentalmente que el sonido no se propaga en el vacío.

Notas teóricas: Para percibir un sonido es necesario que medie entre el oído del auditor y la fuente sonora, un medio elástico para que se propague (por ejemplo aire, agua, etc.)

Materiales: Un tapón de hule, un recipiente cilíndrico de lata, cocina de gas, un cascabel, un alambre, agua.



Experiencias:

- 1) Sujete en el extremo del alambre el cascabel
- 2) Introduzca el otro extremo en el centro del tapón de hule
- 3) Coloque el tapón al recipiente de manera que el extremo del alambre quede a  $1/3$  de la altura del recipiente. Agítelo. Ud. debe oír el sonido.

- 4) Coloque una pequeña cantidad de agua y haga hervir durante 5 minutos. El agua se evaporará
- 5) Vierta tan rápido como sea posible el agua que aún queda en el recipiente
- 6) Tápelo inmediatamente con el tapón de hule y el cascabel adjunto.
- 7) Moje con agua fría el exterior del recipiente
- 8) Agítelo nuevamente
- 9) Escucha el sonido? \_\_\_\_\_ . Por qué? \_\_\_\_\_

Mi conclusión es \_\_\_\_\_

GUIA DE TRABAJO No.9

Nombre del alumno \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

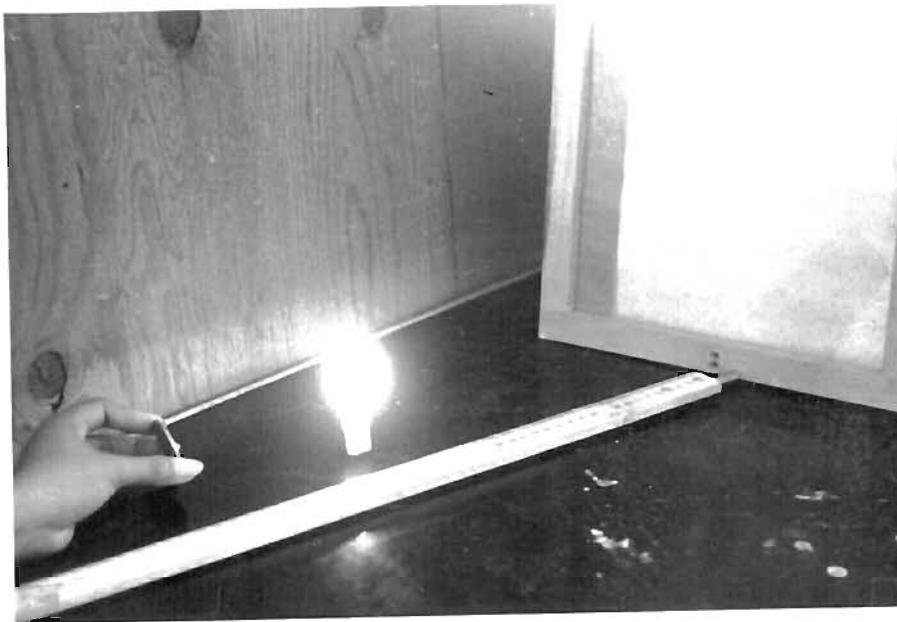
Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto: Comprobar la fórmula:  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

Siendo a = distancia entre objeto y espejo  
b = distancia entre la imagen y el espejo  
f = distancia focal del espejo

Notas teóricas: La determinación de la distancia focal de un espejo cóncavo mediante un foco luminoso cualquiera se funda en la relación que guardan entre sí las distancias del foco luminoso al espejo y del espejo a la imagen.

Materiales: Fuente luminosa (vela), espejo cóncavo, regla graduada, pantalla.



Experiencias:

- 1) Coloque el espejo, candelita y pantalla según ilustra la fotografía
- 2) Mueva el espejo hasta obtener una imagen nítida
- 3) Mida con la regla graduada la distancia del objeto al espejo a =
- 4) Mida la distancia de la imagen al espejo b =
- 5) Sustituya datos en la fórmula:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} ; f = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm.}$$

6) Subraye las características de la imagen:

- a) real, virtual
- b) menor, mayor, igual que el objeto
- c) directa, invertida.

7) Repita el experimento anterior cambiando la distancia de la candela, mueva la pantalla hasta obtener nuevamente imagen nítida. Subraye las características de la imagen.

- a) real, virtual
- b) menor, mayor, igual que el objeto
- c) directa, invertida

8) Anote los valores obtenidos de  $a =$   $b =$

9) Calcule  $f$ : utilizando la fórmula  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

Mi conclusión es \_\_\_\_\_

Tarea:

Resuelva problemas con la fórmula:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

GUIA DE TRABAJO No.10

Nombre del alumno \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Electrostática

Objeto: Familiarizar al estudiante con algunos de los efectos producidos por las cargas eléctricas. .

Notas teóricas: Algunos cuerpos al ser frotados adquieren cargas eléctricas que se manifiestan por fenómenos de atracción, repulsión hacia otros cuerpos.

Materiales: dos varillas de vidrio secas, una barra de metal (clavo) tijeras, paño de seda, un frasco de vidrio, hilo de seda, tapones de corcho, barra de lacre, papel aéreo.

Experiencias:

- 1) Corte pedacitos de papel aproximadamente de  $16 \text{ mm}^2$  de superficie
- 2) Frote la varilla de vidrio con el paño de seda y acérquela a los pedacitos de papel. Anote efectos observados.

- 3) Frote la barra de lacre y acérquela a los pedacitos de papel. Observe.
- 4) Construya dos péndulos con hilo de seda de 20 cm. de longitud y las bolitas de corcho y suspenda en el frasco de vidrio , como en la foto.
- 5) Acerque la varilla de vidrio frotada a la bolita de corcho. Anote los efectos entre las bolitas de corcho entre sí y entre la barra de vidrio y las bolitas de corcho.
- 6) Acerque a una bolita de corcho la varilla previamente frotada, y a la otra bolita de corcho el paño de seda con que se frotó la varilla. Los efectos observados en las bolitas son:

Lo que indica que las bolitas tienen una carga eléctrica \_\_\_\_\_

- 7) En igual forma que el experimento anterior acerque a cada bolita las varillas de vidrio frotadas. Observe que las bolitas tienden a \_\_\_\_\_ . Mi conclusión es \_\_\_\_\_

- 8) Frote la varilla metálica (clavo) y acérquelo a las bolitas. Observe que \_\_\_\_\_ .

Conclusión: Los metales son difíciles de electrizar por frotamiento y se debe a \_\_\_\_\_ .

El vidrio, lacre, hule, etc., se electrizan por frotamiento y se llaman \_\_\_\_\_ .

GUIA DE TRABAJO No.11

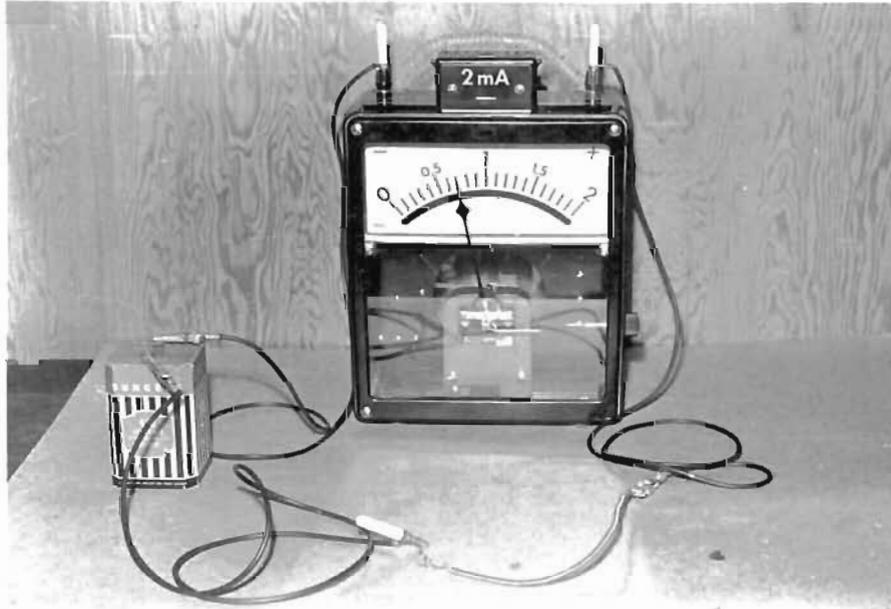
Nombre \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Calificación \_\_\_\_\_

Objeto: Uso del Shunt

Notas teóricas: El Shunt es una resistencia en derivación que se conecta a los amperímetros para aumentar su capacidad de medida, cuando se les conecta en circuitos cuya intensidad es mayor que la de su alcance.

Materiales: Una pila de  $1\frac{1}{2}$  volt., un miliamperímetro de alcance de 2 MA., una resistencia de 10 ohmios, un resorte de hierro de resistencia conocida, 3 cables.



Experiencias:

1) Conecte su circuito similar al de la figura (1)



Fig. 1

2) Calcule la intensidad que circula en el circuito de la Fig.1

usando la fórmula:  $I = \frac{V}{R}$

I = Intensidad en amperios

R = resistencia

V = diferencia de potencial

Su aparato de medida tiene un alcance de 2 MA.

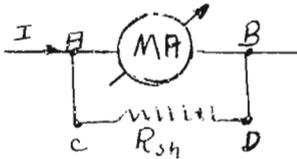
3) Calcule el exceso de intensidad de corriente que se debe desviar del aparato de medida para conectarlo en el circuito de la Fig.1.

usando la fórmula:  $I_{sh} = I - 2MA$

Rsh = resistencia Shunt

MA = miliamperímetro

Ish = Intensidad que pasará por el Shunt



4) Calcule la diferencia de potencial en los bornes AB del miliamperímetro usando la fórmula siguiente:

$$V_{AB} = R_I \times 2 MA$$

siendo  $R_I$  la resistencia interior del aparato (pregunte al profesor el valor).

La diferencia de potencial  $V_{CD}$  en los extremos del Shunt =  $V_{AB}$  por estar en paralelo.

5) Calcule la resistencia del Shunt usando la fórmula:  $R_{sh} = \frac{V_{CD}}{I_{sh}}$

6) Conecte el resorte de hierro que tenga el valor de la resistencia anterior, paralelamente a los bornes del aparato.

7) Conecte el conjunto en serie en el circuito como ilustra la fotografía.

8) Compruebe que el aparato no se deteriora aunque la intensidad que circula es superior a su alcance.

Tarea: Un miliamperímetro de alcance de 1 MA cuya resistencia interior es de 60  $\Omega$  se desea conectar en un circuito por el que circula 1 amperio de intensidad. Calcule el valor de la resistencia del Shunt.

C O N C L U S I O N E S

Los problemas relativos a la enseñanza de la Física en nuestro medio obligan a meditar sobre las siguientes conclusiones:

1) Realizar una reunión de profesores de Física y analizar la conveniencia de que dicha asignatura sea cambiada del 2o. al 3er. curso, o bien, impartirla como en Guatemala y Costa Rica, en los tres cursos de nuestro Plan Básico.

En favor de que sea colocada en tercer curso existen las siguientes razones:

- a) Es absolutamente conocido que la Física y la Química son materias que deben estar íntimamente relacionadas y por lo tanto conviene que se den en el mismo curso para que el alumno adquiriera un conocimiento completo de los fenómenos a enseñar.
  - b) La deficiencia de conocimientos adquiridos en cursos anteriores sobre matemáticas y la falta de conocimientos de álgebra para la solución de problemas sencillos en Física.
  - c) La poca habilidad que poseen los alumnos para el uso de fórmulas
  - d) La falta de madurez mental de los estudiantes
- 2) La reforma de los programas de cuarto y quinto cursos trae consigo una reforma del sistema de exámenes privados, pues hasta ahora se ha explorado únicamente la capacidad de asimilar ciertas leyes y principios y la habilidad de resolver problemas. Debe por lo tanto, incluirse pruebas sobre experimentación.
- 3) Es de importancia que todo profesor de Educación Media tenga un conocimiento claro de los objetivos generales de la educación secundaria los objetivos de la educación media formulados para El Salvador y los específicos de las asignaturas que imparte y en lo posible que

se plantee para cada lección los propósitos que persigue.

- 4) Que para una mejor eficacia en la enseñanza y en especial de la Física, es primordial la necesidad de nombrar profesores permanentes o de planta.
- 5) Que la biblioteca de cada establecimiento cuente además de los libros de consulta, con biografías de los grandes físicos como Galileo, Newton, Einstein, etc., para que tengan un conocimiento más amplio sobre los grandes investigadores de la Física y su gran influencia en el progreso humano.
- 6) Tomando en cuenta que una gran cantidad de Centros Educativos que poseen gabinete, no lo usan, según lo manifestaron sus directores, por desconocimiento de su manejo, es conveniente que el Ministerio de Educación por medio de la Escuela Normal Superior, patrocine un curso de extensión profesional para profesores de Física con el fin de prepararlos en el uso de gabinetes.
- 7) Que la Escuela Normal Superior haga obligatorio que los estudiantes de Matemáticas y Física elaboren un cuaderno de guías de trabajos prácticos para el nivel secundario y lo lleven a la práctica en su labor profesional
- 8) Que la Escuela Normal Superior mantenga al día sobre los últimos adelantos de la Física a sus ex-alumnos y a los demás profesores de Física mediante boletines semestrales.
- 9) Que para ayudar a la solución del problema de gabinete mínimo a los Centros que aún no lo poseen, construyan en el taller de Artes Industriales de la Escuela Normal Superior, orientados por el profesor de la cátedra de Física, los profesores y alumnos, modelos de equipo

mínimo para mostrar a los Centros la forma de elaborarlos, o bien, resolver este problema como lo hace la Escuela Normal Superior de Chosica, Lima, Perú, que elabora equipos mínimos y los vende a bajo costo.

- 10) Que como recurso inmediato se elabore una guía completa de trabajos prácticos y se remita a los profesores en servicio para que les sirvan en el desarrollo de sus clases.

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

- Alonso, Marcelo Física, Curso elemental. Tomos I, II, III, IV. Publicaciones Cultural, S.A. Habana, 1956.
- Alonso, Marcelo y Acosta, Virginia Introducción a la Física, Tomo I, II. 2a. Edición. Publicaciones Cultural, S.A. Habana, 1952.
- Bent K. Rudyard y Kronenberg, Henry Fundamentos de la Educación Secundaria. Tomo I y II. Traducción al castellano del Profesor Domingo Tirado Benedi. 2a. Ed. UTHEA. México, 1952.
- Castro M., y Viña, S. S.J. Prácticas de Física. Publicaciones Cultural S.A., Habana.
- Cicardo, H. Vicente Física Biológica. 2a. Ed. López & Etche-goyén, S.R.L. Buenos Aires, 1955.
- De Broglie, Louis Física y Microfísica. Traducción de Cortés Pla. Espasa Calpe. Argentina. S.A. Buenos Aires, Argentina. 1953.
- Dull E., Charles Textbook Physics Course 2. Henry Holt and Company Inc. War Department. Education Manual. United States. 1943.
- Dull E., Charles Workbook Physics Course 2. Henry Holt and Company Inc. War Department. Education Manual. United States. 1943.
- Eddington S., Sir Arthur La Filosofía de las Ciencias Físicas. Traducción de Carlos E. Prélat y Alberto L.M. Lelong. Editorial Sudamericana. Buenos Aires. 1956.
- Fesquet, E.J. Alberto Experimentos de Física y Química. Editorial Kapelusz, Buenos Aires, 1953.
- F.T.D. Elementos de Física. 6a. Ed. Editorial F.T.D. Zaragoza, 1958.
- Fernández, S. José y Galloni E., Ernesto Física Elemental, Tomos I y II. 4a. Ed. Editorial Nigar, S.R.L. Estados Unidos Buenos Aires, 1949.

- Gerald I., Halton                      Introductory Physics. Preliminary Edition. First Semester. Addison Wesley Press Inc. Cambridge 42. Mass. 1950.
- Huaranga Ricci, Mesías                  Prácticas de Física en la Educacion Secundaria y de Ciencias en la Educacion Primaria. Imprenta Colegio Militar Leoncio Prado. La Perla. Callao.1958.
- Jevons, W.S.                              Lógica 2a. Ed. Traducción del Inglés por A.J.Darta. Pegaso, Madrid, 1952.
- Karlson, Paul                              Tú y el mundo Físico, Versión española de José R. Barceló. 3a. Edición. Editorial Labor, S.A. Madrid, 1950.
- Kleiber, Juan y Karsten, B.                      Tratado Popular de Física. Traducción del Dr. José Estalella. 9a. Ed. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, España, 1952.
- Langlebert, J.                              Física. Traducción de la 64 edición francesa por M.G. de la Rosa. Editor Librería de la vda. de Ch.Bouret. México, 1918.
- Leybold                                      Aparatos de Física para la Enseñanza Catálogo PH 22S 1953
- Maiztegui P.,Alberto y Sábato A.,Jorge                      Introducción a la Física. Tomos I y II 6a. Ed. Editorial Kapelusz. Buenos Aires. 1957.
- Mosqueira, R. Salvador                      Física Elemental, 5a. Ed. Editorial Patria, S.A. México, D.F. 1955.
- Perkins A., Henry                              Física General. Traducción del Prof. Eligio De Mateo Sousa. UTHMA. México 1955.
- Phywe, A.G. Göttingen                      Aparatos de Física. Catálogo Principal Parte III, 1953.
- Phywe, A.G. Göttingen                      Física Constructiva. Catálogo Principal Parte II, 1953.
- Sears W., Francis y Zemansky W.,Mark                      Física General. Versión Española de Albino Yusta Almarza. 4a. Ed. Editorial Aguilar. Madrid. 1957.

- Stephenson, J.P. Sugestiones para los profesores de Ciencias. Traducción española de la UNESCO. S. de R.L. México. 1949.
- Tirado Benedi, Domingo La Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza. Luis Fernández O. Editor México, 1958.
- Vellvé Company Inc. Aparatos de Física y Química
- Watson, W. Curso de Física. Traducción española de D. José Mañas y Bonví. 3a. Ed. Editorial Labor, S.A. Barcelona. 1950.
- Programas de Ciencias Naturales República de Guatemala, C.A.
- Programas de Ciencias Físico-Químico-Biológicas República de Costa Rica, C.A.
- Programas de Física. República de El Salvador

# I N D I C E

	Páginas
I - Prólogo	2
II - Introducción	3-8
III - Enseñanza de la Física en nuestro medio	9
a) Contenido de los programas	9-14
b) La enseñanza práctica de la Física en el país Resultados de una encuesta	14-16
c) Comentarios en relación al desarrollo de los programas de Física en la Educación Media	17-19
IV - Sugerencias para la enseñanza práctica de la Física	20
a) Uso del Gabinete de Física. Lista de prácticas que pueden realizarse con un equipo mínimo	20-25
b) Equipo y materiales mínimos necesarios para la Enseñanza de la Física en la Educación Media	25-36
c) Guías de <del>trabajos</del> trabajos prácticos. Experimentos del número I al número 11.	38-63
V - Conclusiones	64-66
VI - Bibliografía	67-69

San Salvador, Agosto de 1961.