

1-1-1985

## Didáctica experimental en física

Gerardo Ospina Chavarro  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/esp\\_matematicas\\_fisica](https://ciencia.lasalle.edu.co/esp_matematicas_fisica)

---

### Citación recomendada

Ospina Chavarro, G. (1985). Didáctica experimental en física. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/esp\\_matematicas\\_fisica/45](https://ciencia.lasalle.edu.co/esp_matematicas_fisica/45)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Departamento de Ciencias Básicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Especialización en Matemáticas y Física by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

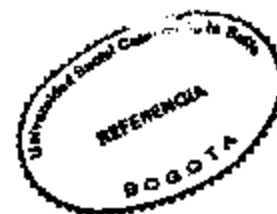
DIDACTICA EXPERIMENTAL EN FISICA

GERARDO OSPINA CHAVARRO

Trabajo de Grado presentado en cumplimiento parcial a los requisitos exigidos para optar al Título de Licenciado en Matemáticas y Física.

Director: DR. GONZALO CASTILLO  
HERNANDEZ

UNIVERSIDAD SOCIAL CATOLICA DE LA SALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS Y FISICA  
BOGOTA, FEBRERO DE 1.985



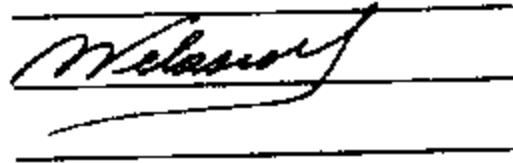
T  
22.85  
C-83d

DIDACTICA EXPERIMENTAL EN FISICA

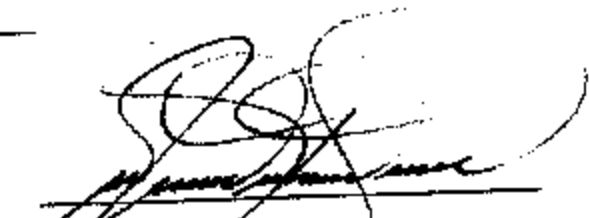
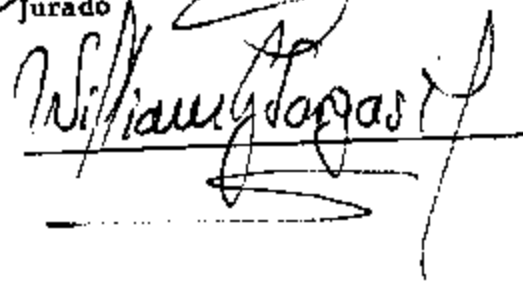
GERARDO <sup>f</sup>CSPINA CHAVARRO

UNIVERSIDAD SOCIAL CATOLICA DE LA SALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS Y FISICA  
BOGOTA, FEBRERO DE 1.985

Nota de Aceptación

A handwritten signature in cursive script, possibly reading 'Melanor', is written across three horizontal lines.

A handwritten signature in cursive script is written across a single horizontal line.  
Director

A large, complex handwritten signature in cursive script is written across a single horizontal line.  
Jurado  
A handwritten signature in cursive script, possibly reading 'William y Agost', is written across a single horizontal line.

Bogotá,

## DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

DR. JUAN VARGAS F.S.C.	Rector
DR. FABIO GALLEGO ARIAS F.S.C.	Vice-Rector Académico
DR. LUIS EDUARDO ILLERA DULCE	Vice-Rector Administrativo
DR. JOSE ANTONIO RODRIGUEZ OTERO F.S.C.	Decano de la Facultad de Ciencias de la Educación.
DR. ANTONIO VELASCO MUÑOZ	Director del Departamento de Matemáticas y Física
DR. GONZALO CASTILLO HERNANDEZ	Director de la Monografía

## REGLAMENTO ESTUDIANTIL

ARTICULO 86: "Ni la Universidad, ni el Asesor, ni el Jurado de Grado, serán responsables por las ideas expuestas por el graduando".

ARTICULO 87: "No se admiten en estos trabajos ideas en contra del dogma y de la moral de la doctrina de la Iglesia católica".

Acuerdo No. 028 del 21 de Octubre de 1962.

## REGLAMENTO ESTUDIANTIL

ARTICULO 86: "Ni la Universidad, ni el Asesor, ni el Jurado de Grado, serán responsables por las ideas expuestas por el graduando".

ARTICULO 87: "No se admiten en estos trabajos ideas en contra del dogma y de la moral de la doctrina de la Iglesia católica".

Acuerdo No. 028 del 21 de Octubre de 1982.

Bogotá, 19 de Febrero de 1984

Doctor  
ANTONIO VELASCO MUÑOZ  
Director Departamento de Matemáticas y Física  
Ciudad.

Estimado Doctor:

Me permito adjuntarle a la presente el trabajo de Grado titulado: "DIDACTICA EXPERIMENTAL EN FISICA", dando así cumplimiento a un pre-requisito para mi graduación.

En este trabajo me he propuesto recopilar y organizar un conjunto de datos acerca de la experimentación en física y adaptarlo al Colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle; con el ánimo de facilitar una fuente de consulta a profesores y estudiantes de física de este establecimiento.

Es también objetivo del presente trabajo presentar un conjunto de ideas que identifique un modelo de laboratorio adaptable al Colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, de la manera más objetiva posible. En el desarrollo del presente trabajo se sigue básicamente el método heurístico, descriptivo y diseño experimental.

Para este trabajo se ha escogido, algunos trabajos realizados en materia de física experimental y se han entresacado de ellos lo más importante, para hacer de este un estudio lo más objetivamente posible.

Cordialmente,

*Gerardo Ospina Chavarro.*  
GERARDO OSPINA CHAVARRO



## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	1
1. LA FISICA Y SU NATURALEZA	9
1.1 INTRODUCCION	9
1.2 OBJETIVOS	11
1.3 PROPOSITOS	12
1.4 CONCEPTOS DE FISICA	12
1.5 OBJETIVOS DE LA FISICA	14
1.6 LA FISICA Y TECNICA	18
1.7 LOS MODELOS Y LA FISICA EXPERIMENTAL	22
1.8 CONCLUSIONES	25
1.9 BIBLIOGRAFIA	30
2. LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LA FISICA	31
2.1 INTRODUCCION	31
2.2 OBJETIVOS	33
2.3 PROPOSITOS	33
2.4 EL METODO EXPERIMENTAL O PROPIO	34
2.5 PASOS O ETAPAS DEL METODO EXPERIMENTAL	38
2.6 EXPERIMENTO	46
2.7 CLASIFICACION DE LOS EXPERIMENTOS PARA ENSEÑAR FISICA	53

	pág
2.8 MAESTRO-EXPERIMENTO Y EXIGENCIAS DE PROCEDIMIENTO	56
2.9 MODALIDADES DE EXPERIMENTACION	61
2.10 CONDICIONES PARA EXPERIMENTAR EN FISICA	62
2.11 CONCLUSIONES	67
2.12 BIBLIOGRAFIA	69
3. ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO DE UN LABORATORIO DE FISICA GENERAL	70
3.1 INTRODUCCION	70
3.2 OBJETIVOS	72
3.3 PROPOSITOS	73
3.4 QUE ES UN LABORATORIO?	74
3.5 CARACTERISTICAS DE UN LABORATORIO	76
3.6 ¿COMO DEBERIA SER UN LABORATORIO DE FISICA PARA EL COLEGIO NOCTURNO SAN JUAN BAUTISTA DE LA SALLE?	78
3.7 CONDICIONES MINIMAS QUE DEBE POSEER QUIEN DIRIGE UN LABORATORIO DE FISICA	80
3.8 MODELO DE UN LABORATORIO PARA EL COLEGIO NOCTURNO SAN JUAN BAUTISTA DE LA SALLE	83
3.8.1 Modelo del Laboratorio de Física	91
3.9 MEDIDAS DE SEGURIDAD AL REALIZAR EXPERIENCIAS DE LABORATORIO A CUALQUIER NIVEL.	94
3.10 ALGUNAS EXPERIENCIAS POSIBLES QUE PUEDEN REALIZARSE EN EL LABORATORIO DE FISICA GENERAL	97

	pág
3.11 ELEMENTOS Y MATERIALES MINIMOS QUE DEBE CON- TENER EL LABORATORIO DE FISICA GENERAL	103
3.12 CONCLUSIONES	107
3.13 BIBLIOGRAFIA	110
4. CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFIA.	

## INTRODUCCION

Este trabajo ha sido el producto de una serie de experiencias, consultas y recopilación de información hecha por el autor sobre los procesos didácticos para orientar la enseñanza experimental de la física, en nuestros colegios contando con nuestros recursos, nuestros estudiantes y nuestras propias necesidades.

Quienes tengan la oportunidad de leer este trabajo que para el autor será de orgullo, sentirán la curiosidad de saber qué intereses, inquietudes, experiencias o problemas motivaron al autor a inclinarse por este tipo de investigaciones.

No descuidando en ningún momento a estas personas inquietas y curiosas por la génesis de los conocimientos, cualidad muy propia de las personas con tendencia a los procesos científicos-pedagógicos, continúo estas líneas introductorias, contándoles en forma sencilla que el trabajo fue motivado por mis primeras experiencias como estudiante de física en la secundaria y luego en la Universidad. donde tuve conceptos más claros de la necesidad apremiante que se imponía como futuro docente en el área de la física.

Profundizando con el tiempo los conceptos de la física logré ver cuántos pecados por omisión se cometen al orientar su aprendizaje. Los contenidos se han presentado y se siguen presentando como una serie de resultados que el alumno los debe escribir y recitar luego, sin tener interiormente el concepto claro de los mismos y menos su origen. He tenido la oportunidad de incursionar en diálogos vivaces con estudiantes egresados de la escuela secundaria y como experiencia final he tenido la nefasta sorpresa de ver en ellos una honda insatisfacción y poco gusto por el estudio posterior de esta materia precisamente porque la han encontrado árida, sin aplicaciones, incomprendible y bastante mecánica.

Según las consideraciones de los alumnos se han encontrado con profesores que solamente se preocupan de informar, instruir, dar a conocer lo que ellos piensan, imponer sus formas de ver las cosas, consideran que solamente como ellos ven o les han enseñado a ver las cosas, son los verdaderos caminos del saber científico; en términos generales se han encontrado con "Posos de Ciencia", egoístas y sin actitud de apertura, sin conocimientos suficientes de los objetivos que debe perseguir la enseñanza de la física.

No pudiendo sustraerme de la idea de que la física por su naturaleza, riqueza en conceptos y elementos experienciales tenía que ser la asignatura de mayor gusto dentro de los estudiantes de la escuela secundaria y porque no la universitaria, comence a recopilar información, la cual se deriva de la bibliografía general que

se presenta y también obteniendo la información del contacto directo con la realidad. No podía ser más interesante que encontrar una institución en la cual el trabajo se plasmara en un acto concreto. Al determinar la carencia de un laboratorio de física en el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, centro de gran interés por estar dentro de las instalaciones de la Universidad y por contar con recursos humanos de gran calidad, con una doctrina de gran estilo personalizante, se hacía para mis objetivos de gran interés.

Con base en todos estos elementos descritos en las anteriores reducidas líneas, el autor se siguió documentando y comenzó a plantear una serie de estrategias para desarrollar, a partir de estas necesidades, un estudio lo más objetivo posible, en provecho de nuestros alumnos y profesores interesados en hacer de la enseñanza de la física una agradable experiencia, rica en vivencias, rica en conceptos y rica en actitudes.

La estrategia, en resumen, presenta los siguientes elementos:

1. Determinar los objetivos de la física, según su naturaleza.
2. Identificar los aspectos filosóficos de la física.
3. Identificar, el método empleado por la física para su desarrollo.

4. Interpretar la relación entre la física y la técnica.
5. Interpretar los elementos de un experimento.
6. Clasificar los experimentos en física
7. Distinguir las diferentes modalidades de experimentación.
8. Identificar los requisitos mínimos de quien dirige un laboratorio de física.
9. Precisar, el concepto de laboratorio
10. Determinar los elementos, características básicas de un laboratorio de física funcional en nuestro medio.
11. Presentar un modelo de laboratorio funcional y realizable en el Colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle.
12. Presentar una serie de experiencias de laboratorio, adaptables a los estudiantes de 10º. y 11º grados del Colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle.

El término concreto el problema que se planteó en el presente trabajo fue el siguiente: ¿Qué estructura conceptual es compatible para hacer de un laboratorio en el colegio nocturno San Juan

Bautista de la Salle, un laboratorio didáctico y funcional?

En este trabajo me he propuesto recopilar y organizar un conjunto de datos acerca de la experimentación en física y adaptarlo al Colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, con el ánimo de facilitar una fuente de consulta a profesores y estudiantes de física de este establecimiento.

Como hipótesis del trabajo se tomó la siguiente: "Una organización de ideas, que tenga en cuenta la problemática del adulto que estudia, sus dominantes psíquicos, sus necesidades es adaptable a un laboratorio de física para los alumnos del colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle.

El presente trabajo es un estudio de tipo Heurístico, en la medida que se mantuvo siempre el espíritu de búsqueda de información, es descriptivo en la medida que presenta características y elementos claros en su marco puramente teórico.

Es un trabajo de diseño en la medida que sustenta con un modelo creado y elaborado personalmente.

Para efectos de desarrollo metodológico y secuencial se siguieron cuatro pasos fundamentales, a saber:

1. Etapa documental: En esta etapa se revisa bibliografía y se



comenzaron los primeros pasos en la búsqueda de fuentes de información para poder sustentar la etapa conceptual.

2. Etapa Conceptual: En esta etapa se dió consistencia al marco teórico no sin antes reconsiderar en forma amplia los documentos previstos en la etapa documental.

3. Etapa Instrumental: En esta etapa se dió comienzo al diseño del plano y la maqueta que sustentan en forma concreta la etapa conceptual, para dar consistencia al marco teórico.

4. Etapa de Análisis: En esta etapa se consideraron los elementos propuestos en el desarrollo teórico-práctico, para compararlos y determinar su coherencia para luego dar una feliz conclusión que produjese desequilibrio en el lector, que lo situara de manera tal que pudiese revisar en forma conciente su actitud hasta el momento en cuanto a su desempeño como docente.

Siguiendo de manera secuencial la presentación de este trabajo de investigación, es preciso poner en conocimiento del lector, los diferentes tópicos sobre los cuales versa cada uno de los capítulos.

El primer capítulo presenta una amplia visión sobre la naturaleza de la física, se deja entrever en este capítulo que la física con sus elementos y teorías más que ser unidades de experiencia

enlatadas, es una ciencia que nos permite dar cuenta de una vertiente de experiencia humana, en sí misma parte menuda de la realidad. También nos pone de manifiesto que los grandes avances de la física no han sido producto de la pasiva contemplación de los fenómenos, sino por el contrario un proceso creador que va mucho más allá de los datos creados a mano.

En el segundo capítulo, titulado la enseñanza experimental de la física, se incursiona sobre el método propio de la física, los tipos de experimentación, características de un experimento y en términos muy generales se propone un método amplio para trabajar la física como su naturaleza lo exige.

El tercer capítulo describe las características de un laboratorio, su organización y funcionamiento, adaptables por supuesto a nuestras propias necesidades y teniendo en cuenta estudios de tipo psicológico, en cuanto a la forma como los seres humanos nos comportamos frente a ciertas situaciones.

Se presenta en este capítulo un modelo de laboratorio adaptable al colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, el modelo se acompaña con un plano y una maqueta basados en la realidad con reducciones a escala, con el objetivo de darle utilidad real al presente trabajo.

Al mismo tiempo que se presenta un modelo de laboratorio, se ofre-

cen algunas experiencias susceptibles de poderse realizar y además se incluye una lista mínima de elementos y materiales que debe contener este laboratorio para que sea funcional.

Para terminar estas líneas introductorias, me permito manifestar que la enseñanza de la física experimental no puede ser pensada simplemente como un medio, sino que es parte real y fundamental de la vida de los que estamos involucrados en ella.

Ya es hora de que se comprenda la dimensión educativa de la experiencia y la importancia del trabajo conciente del educador.

## 1 LA FÍSICA Y SU NATURALEZA

### 1.1 INTRODUCCION

La física es una creación humana, la obra de seres que vivieron, lucharon y sufrieron tal como lo hacemos nosotros.

Ya con esta premisa podemos ubicarnos en un plano más concreto y pensar que evidentemente goza también la física de unos conceptos, de unos objetivos muy especificados, de una filosofía, de un método muy propio y por consiguiente de una serie de aplicaciones.

Si pensamos en un concepto, podemos afirmar que la física es la ciencia que se ocupa de estudiar el comportamiento de la materia inanimada en distintas condiciones debidamente especificadas y de determinar sus correspondientes leyes. La invención tecnológica resulta de la aplicación de una o varias leyes para crear un dispositivo que cumpla ciertas funciones prácticas. La ley de la palanca es quizás de las más simple de éstas.

Esta relación entre descubrimiento científico e invención tecnológica ocurre siempre y por eso es tan importante la investigación

científica para el desarrollo de la tecnología.

Los múltiples, magníficos y utilísimos inventos de nuestra era nuclear, la electrónica, los vehículos espaciales teledirigidos, etc., son consecuencia de la acumulación de conocimientos científicos de otras épocas y de nuevas conquistas en el campo de la ciencia pura.

La ciencia física comienza con la observación de hechos, sin esta etapa no puede haber ciencia, pero si se permanece solo en esta etapa, tampoco es posible construir ciencia. Es necesario inferir de los datos de la observación y de la experimentación conceptos operacionales; obtener luego las correlaciones que puedan establecerse entre los datos observables que corresponden a un determinado proceso y finalmente es preciso pasar de los casos particulares analizados a formular una ley general o un principio. Estos principios representan una extraordinaria síntesis del pensamiento, pero para que tengan una sólida base es necesario deducir de ellos una serie de conclusiones que puedan ser sometidas a la verificación experimental. Si hay confirmación entre las conclusiones y los resultados correspondientes a los experimentos, se aceptan aquellos como adecuados.

Las teorías son creaciones del hombre y deben ser cambiadas, todas las veces que lo exijan los resultados experimentales.

Estas primeras líneas ya dejan entrever, algunos aspectos que con-

ciernen a la naturaleza de la física, sus objetivos en sus dos aspectos; por un lado de tipo instructivo y por otro lado los formativos, en la medida que la física es parte integral del desarrollo total del pensamiento.

Es de interés, en el presente capítulo presentar a manera de compendio, una serie de ideas referentes a los objetivos de la física, su naturaleza, su filosofía y su campo aplicativo, con el fin de hacer ver la enorme utilidad que proporciona al ser humano que se encuentra en su proyecto educativo; la dedicación al estudio de la física, hoy en este mundo cada día más complejo en la medida que se hace más difícil manejar los recursos que proporcionan al hombre el avance tecnológico acelerado.

## 1.2 OBJETIVOS

1. Identificar los principales conceptos de la física.
2. Determinar los objetivos más relevantes de la física, en consideración a su naturaleza.
3. Establecer un marco filosófico de la física.
4. Describir el método utilizado por la física para sus desarrollos y avances.
5. Establecer las relaciones entre la física y la técnica.

6. Describir la trascendencia que tiene la observación y la interpretación en la utilización de los modelos científicos en el ámbito escolar.

### 1.3 PROPOSITOS

1. Que profesores y personas interesadas en la enseñanza y aprendizaje de la física, tengan clara visión de las líneas maestras que orientan su naturaleza, método y desarrollo.
2. Que el lector se oriente a pensar en que la física es una ciencia que ha de formar parte integrante de todo ser humano y ha de enseñarse como una actividad humana.

### 1.4 CONCEPTOS DE FISICA

La física es una ciencia que ha de formar parte integrante de todo ser humano, ha de enseñarse como una actividad humana que todo sujeto necesita aprender, porque así podrá comprender el entorno social y el mundo físico en que se mueve.

La física es una creación humana, la obra de seres que vivieron, lucharon y sufrieron tal como lo hacemos nosotros. Si se establece un engranaje espiritual entre nuestros alumnos y la época o el momento en que surge una determinada idea, si aquellos sienten las inquietudes y las dudas que aguijonearon entonces a los sabios,

se encontrarán entonces en condiciones de adueñarse del conocimiento y sentirlo como propio.

La física, es quizás de todas las ciencias la que ofrece la oportunidad para realizar descubrimientos filosóficos importantes, como el que está implícito en la fuerza que gobierna los cuerpos muy remotos, separados a millones de kilómetros de distancia (galaxias) y los muy próximos (núcleos atómicos).

La palabra "Física" proviene del término griego, "Physis" que significa "Naturaleza"; por lo tanto, la física sería la ciencia que se dedica a estudiar todos los fenómenos naturales; este fue el enfoque de la física hasta principios del siglo XIX. A partir del siglo XIX, se redujo el campo de la física, limitándola al estudio de los llamados "Fenómenos físicos". Si intentamos identificar los fenómenos físicos, nos sentiríamos incapaces de establecer una definición clara, lo que es más importante es saber y comprender lo que se hace en el campo de la física, y lo que es posible llegar a realizar aun cuando no logremos decir en síntesis qué es la física?

G. Holton y S.G. Brush, expresan: "La física en su carácter humanístico, como una serie de cuentas ensartadas en un hilo, una materia sigue a la otra, desde la cinemática de Galileo a los avances más recientes de la física nuclear, los materiales también cuelgan como cuentas ensartadas en hilos separados. Esta presenta-





ción en forma de hilos de cuentas tienen algunas ventajas como es para enseñar y aprender; ignorar las conexiones que existen entre todos estos campos, es no hacer justicia al estado actual de la situación". (3)

Eliminar la física significaría, naturalmente, renunciar a la historia del desarrollo industrial que siguió a la máquina de vapor de Watt, los generadores de Faraday, etc., la química, no se hubiera desarrollado sin los modelos de gases y las teorías de la estructura atómica que fueron ampliamente el trabajo de los físicos.

Algunos estudiantes cometen el error de intentar formarse los conceptos leyendo simplemente los libros escritos por los físicos, esto no es suficiente. Es necesario que pasen algunas horas en el laboratorio, porque sin realizar mediciones, y sin ejecutar ningún experimento, nadie podrá apreciar diferencias como las que hay entre 1m y 100cm. El entrenamiento de laboratorio hace al estudiante más conciente de la realidad.

### 1.5 OBJETIVOS DE LA FISICA

Los objetivos generales deben ocupar un primer lugar en la enseñanza de la física, constituyen una declaración general de los resultados que se aspiran que alcance el alumno.

Una base de las que se puede partir para formar objetivos concre-

tos en física es la de indicar las funciones que ha de desempeñar el alumno, si se quiere que este alcance los conocimientos y las destrezas deseadas en esta ciencia. A continuación nombraremos los siguientes:

1. El desarrollo de la capacidad de observar la naturaleza desde los puntos de vista de la física y describir las observaciones y los experimentos.
2. Descubrir las "reglas" que rigen nuestro universo y para llegar a ellas, debemos comenzar por investigar lo que sucede a nuestro alrededor, utilizando como medio de contacto nuestros sentidos, el tacto, la vista, la audición y el olfato, que son herramientas importantes en el estudio de la física.
3. Aprender a medir magnitudes físicas y evaluar mediciones.
4. Aprender a explicar fenómenos naturales, observaciones de la vida cotidiana y resultados experimentales en función de conocimientos físicos ya elaborados.
5. Aprender a realizar un experimento y lo que debe tenerse en cuenta al realizarlo.
6. Llegar a una comprensión de lo que es una ley natural.

7. Reconocer que las percepciones sensoriales no son suficientes para la conceptualización física.
8. Reconocer que el lenguaje coloquial no es suficiente para la formación de conceptos físicos y que la física necesita su propio lenguaje conceptual.
9. Reconocer que la física no puede prescindir de la matemática.
10. Conocer y comprender los conceptos, los principios y las ideas fundamentales que unifican y forman la estructura de la física.
11. Exhibir una actitud científica y una manera científica de pensar.
12. Poseer ciertas habilidades intelectuales y manipulativas propias de los procesos de investigación.
13. Comprender los aspectos históricos-culturales de la física (Enfoque humanístico), desarrollo histórico, sus relaciones con las otras ciencias, la tecnología y las humanidades.
14. Comprender la naturaleza del conocimiento científico y el método científico.

Los objetivos didácticos de la física tienen que llegar a ser ope-

racionales, lo importante es la manera como se transmite los contenidos, los métodos de transmisión, los procedimientos, las formas didácticas y las formulaciones sociales de la enseñanza tienen que derivarse de las necesidades de un determinado contenido didáctico de la física. La clara exposición de los objetivos de la enseñanza es la condición previa de un aprendizaje fructífero. Toda enseñanza fracasa si el maestro es inseguro en su acción y "no sabe exactamente lo que los alumnos deben haber alcanzado al final".

Si las metas están descritas con claridad, también el alumno podrá juzgar su propio progreso. R.F. Mayor "Con metas claras, sabrá por sí mismo qué actividades lo llevarán al éxito" (3)

Después de haber dado en forma general una síntesis de las líneas maestras que orientan el trabajo de la física, hemos de pensar en las funciones que desempeña su enseñanza y aprendizaje, en cuanto se refiere al desarrollo mental del ser humano.

La física como primera medida estimula y ejercita la mente para poder abordar progresivamente cuestiones cada vez más complejas y difíciles de la naturaleza y de la técnica. Esto se realiza con la identificación y formulación de problemas, la resolución de los mismos, juicio crítico sobre las soluciones o los resultados, la aplicabilidad de los resultados y la creación de hábitos de investigación y experimentación.

El dominio de sus conceptos es esencial para adelantarse en el conocimiento de diversas ciencias. Por ejemplo, si se considera la química como la ciencia molecular, dicha ciencia descansa sobre la base teórica y experimental proporcionada por la física, entendida ésta como la ciencia del átomo.

El caudal de ideas de la física es tan rico en conceptos propios para dar rienda suelta a la imaginación y fantasía humana, que puede iniciarse el proceso formativo en ella desde edades muy tempranas, siempre que se organice la enseñanza de forma adecuada al desarrollo mental del niño.

#### 1.6 LA FISICA Y TECNICA

Las continuas situaciones en que se presenta la enseñanza de la física del pensamiento físico, propio del investigador científico, y el técnico, propio del inventor, hacen que el niño capte dos actitudes del hombre diferentes, pero no opuestas. "El investigador", explica el comportamiento de los fenómenos naturales; "El inventor", utiliza el conocimiento adquirido sobre el comportamiento de los fenómenos naturales.

Al investigador le interesa el por qué de las cosas, al inventor le interesa el cómo y el para qué de las cosas.

La física cumple su función formativa, en relación con la técnica,

cuando a través de ella hace que el alumno descubra las leyes físicas, las relaciones causales, que sustentan un invento técnico que el percibe con sus sentidos. Esto se consigue mediante la investigación, el manejo, la utilidad y los fallos que pueden observarse en el invento.

Si bien me he referido a la función instructiva de la física, no lo es menos importante la función educativa o formativa. A continuación nombraré algunas habilidades y aptitudes que puede llegar a desarrollar la física en el sujeto que aprende:

1. Su carácter dinámico, en esta ciencia, cuando se producen cambios o se suprimen viejos conceptos por nuevos.
2. El método científico que se utiliza y a la vez es compartido por cualquier otra ciencia, en física tiene la ventaja que se estudian muchos de los conceptos fundamentales de los procesos naturales y técnicos los cuales, abordados consecuentemente desde la infancia, no importa si posteriormente se inclina por una ocupación laboral o una carrera universitaria.
3. Crea hábitos de investigación y experimentación, estimulando y ejercitando la mente, la cual progresivamente abordará cuestiones cada vez más complejas y difíciles de la naturaleza y de la técnica.

4. El dominio de los conceptos es esencial para introducirse en el conocimiento de diversas ciencias.
5. En física el caudal de ideas es tan rico en conceptos que se puede llegar a la imaginación y la fantasía humana, lo que permite iniciarse el proceso formativo desde edades muy tempranas.
6. El pensamiento creativo se ejercita a planificar, ordenar, descubrir e inventar.
7. Es de base para una buena comprensión de la técnica, de todos es conocida la relación que el niño tiene desde su más temprana edad con los productos de la tecnología moderna (coches, juguetes de todo tipo, teléfonos, etc.).

La enseñanza de la física debe prestar atención a los hechos prácticos en programas. Las leyes y los hechos técnicos tienen que aparecer integrados.

Hasta aproximadamente los 10 años, el niño dirige su interés a los aparatos de todo tipo que caen a su alcance, que a los fenómenos naturales que acontecen a su alrededor como lluvia, nieve, viento, etc. Por esto la enseñanza de la física tendrá que comenzar, a menudo, dentro de esta edad con un aparato, ejemplo: radio, juguete mecánico, reloj, en lugar de hacerlo con un fenómeno natural, por esto le atraen más profundamente los fundamentos

técnicos.

Entre los 10 y los 12 años, el niño se ve atraído por la interacción entre las partes de un aparato durante su funcionamiento, desmontaje y montaje. Puede tomar varias actitudes, al desmontarlo formula distintas cuestiones y al clasificarlas, descubre de una manera intuitiva normas y leyes; de la misma manera puede suceder al montaje del aparato y durante su funcionamiento. Otras veces, "a través de un contacto visual, interpretativo, intelectual y asimilador", hace que se pase de las preguntas "para qué" (técnica) y a las de "por qué" (física).

"La experiencia didáctica ha demostrado que un saber bien fundado y transferible, respecto a los problemas de la física, se fomenta no tanto por medio de experimentos abstractos, sino, más bien, por el estudio de relaciones funcionales, y de las bases físicas de un aparato técnico que no sea demasiado complicado.

Partamos de un aparato técnico sencillo por ejemplo, timbre eléctrico, el termómetro, el barómetro, la dinamo de la motocicleta y dejemos que los alumnos descubran las leyes físicas sobre los que se basan, para que reconozcan y comprendan el funcionamiento del aparato.

Los alumnos reflexionarán acerca de la finalidad del aparato, y luego tratarán de desmontarlos. Así llegarán a reconocer las par-



tes más importantes, reconocer el funcionamiento del aparato y encontrar por medio de experimentos metódicos las leyes físicas fundamentales. Después volverán a montarlo. Este procedimiento va de lo complejo o problemático a lo elemental por medio de ese análisis se reconocerán los distintos elementos técnicos., Los experimentos permitirán comprender los procesos físicos. Se descubrirán inductivamente conceptos, reglas y leyes. Al montar el aparato y ponerlo en marcha, se conocerá la interacción de las distintas funciones.

Este método que combina la técnica con la naturaleza, capacita al alumno a transferir a casos similares los conocimientos técnicos sobre física que haya adquirido, pues los desarrolló mediante el estudio de un aparato de uso diario, no demasiado complejo.

#### 1.7 LOS MODELOS Y LA FISICA EXPERIMENTAL

Con el fin de describir los procesos de la naturaleza, la enseñanza de la física ha de valerse de todos los medios audiovisuales imaginables. El conocimiento científico surge primeramente de las observaciones de la naturaleza y las primeras experiencias, después de los experimentos del maestro y sobre todo, de los experimentos de los alumnos.

La imagen, el croquis y el experimento muchas veces se complementan. La visualización por la imagen ha de ayudar a profundizar

la comprensión que se adquiere por el experimento.

En los procesos de la ciencia, a menudo el término modelo se emplea como sinónimo de teoría, esquema conceptual o sistema. En realidad, un modelo científico es una organización de ideas, una imagen mental, una forma de pensar que permite, por un lado, comprender el comportamiento o la naturaleza de determinados fenómenos del mundo que nos rodea y, por otro puede ayudar en la tarea que el hombre se ha marcado desde el principio de su existencia y que resume en una sola palabra: Descubrimiento. Aunque los modelos científicos son ideas, suele ser de utilidad representarlos por dibujos u objetos físicos.

Los modelos básicamente pueden ser clasificados así:

1. Modelos Icónicos: Son imágenes físicas tridimensionales a escala reducida o aumentada de algún objeto material existente o imaginario; se les suele llamar básicamente maquetas.

2. Modelos Análogos: Es cualquier objeto material o cualquier proceso pictórico destinado a reproducir, en otro medio, la estructura del objeto o de la situación original. Por ejemplo, el crecimiento de una población de bacterias puede venir representado por un gráfico.

3. Modelos Matemáticos: Es una formulación matemática de una

situación que permite hacer predicciones en torno a la distribución de acontecimientos que están envueltos en la situación que se haya elegido y obtener consecuencias.

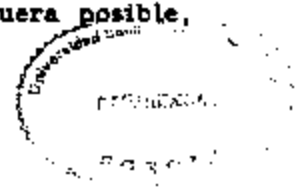
4. Modelos conceptuales: Un modelo conceptual es una idea, es hacer de las cosas imágenes conceptuales, o representaciones figurativas.

5. Modelos Científicos: Es una organización de ideas, una estructura conceptual o matemática que ayuda a explicar el comportamiento o la naturaleza de los fenómenos que investigamos.

Ya hemos indicado antes que los modelos científicos son ideas más que representaciones visuales o figurativas.

El dibujo no reemplaza al modelo teórico, aunque sí puede ayudar a su comprensión. En realidad los modelos son importantes no tanto por lo que sugieren sino por lo que realizan: una representación parcial y eficaz de la realidad.

Ya en este momento tenemos una visión más amplia de lo que puede ser un modelo, al mismo tiempo que podemos intuir acerca de los alcances que su aplicación puede tener en la enseñanza experimental de la física; y no pecamos si afirmamos que los modelos nunca podrán reemplazar o sustituir el experimento, la experiencia propia. Debería utilizarse si todas las veces que fuera posible,



sobre todo cuando los alumnos no tienen oportunidad de elaborar el contenido mediante la experiencia directa.

No obstante, para terminar estas ideas, hemos de concretar un hecho importante: "Cuando se trabaja física utilizando con frecuencia modelos se corre el peligro de que los alumnos creen erróneamente que con la comprensión del modelo, han penetrado en la esencia misma de la cosa. Por eso es importante que el maestro haga ver en sus alumnos que un modelo es sólo una representación de la realidad y no la realidad misma.

## 1.8 CONCLUSIONES

Hecho ya un análisis y una síntesis acerca de los conceptos de física, su filosofía, sus objetivos y otras ideas de gran interés para quienes tenemos la gran responsabilidad de orientar su estudio, hemos de afirmar también que las ideas físicas van mucho más allá de la experiencia y es por ello por lo que pueden contribuir a explicar la experiencia. Nada llega a explicarse diciendo que algo es un hecho de experiencia, o asegurando que un enunciado es un paquete de puntos o tópicos experienciales. La experiencia es algo a ser explicado, y la explicación es tarea de las teorías. En particular, los conceptos de los físicos, más que ser unidades de experiencia enlatadas, nos permiten dar cuenta de una vertiente de la experiencia humana, en sí misma parte menuda de la realidad.

Todos los conceptos expuestos hasta el momento, en la presente unidad convergen a un problema que el maestro de física debe afrontar y es precisamente el problema de la interacción entre la teoría y el experimento. Cuando de afrontar este problema se trate, el profesor de física ha de tener en cuenta que una teoría física puede hacer contacto con la realidad al menos de tres maneras:

- a. Puede en lo que a la verdad relativo a los hechos respecta, ser contrastada por medio de la experiencia (observación, medición, o experimento).
- b. Puede usarse para planear o interpretar observaciones, mediciones o experimentos.
- c. Puede emplearse con fines prácticos (no cognoscitivos) tales como construir o destruir un artefacto.

Este problema que incluye el contacto con la realidad en nuestra unidad fue abordado desde un punto de vista metodológico general, sin entrar en los tecnicismos de la inferencia estadística y el diseño experimental. Mi propósito fue primordialmente filosófico.

Se puede visualizar que la contrastación de una teoría física es un proceso complejo en el que un buen orientador no puede desconocer algunos tópicos de gran interés didáctico a saber:

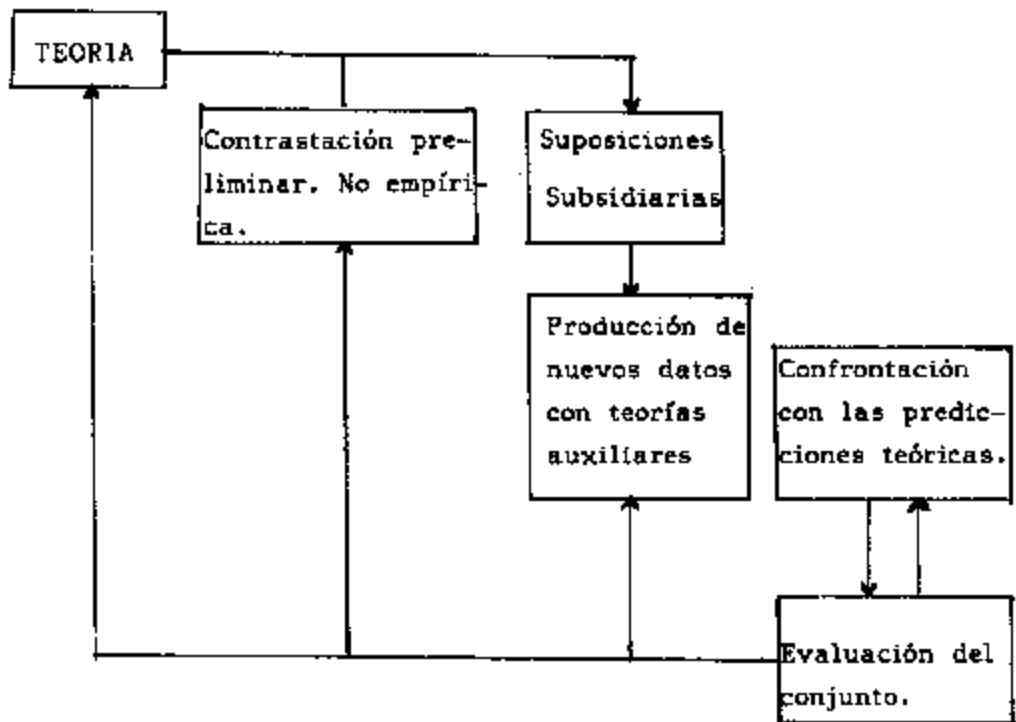
1. La teoría se debe someter a contrastaciones preliminares de la naturaleza no empírica, tales como la compatibilidad con un cuerpo aceptable de conocimientos.

2. La teoría debe ser enriquecida con suposiciones subsidiarias, hasta que se deriven predicciones específicas y se hipoteticen objetificadores o indicadores de las inobservables de que se ocupa.

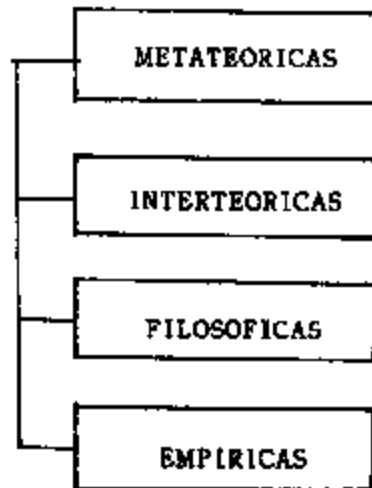
3. Se deben producir nuevos datos con la ayuda de un conjunto de teorías auxiliares.

4. Estos nuevos datos se deben conformar con las predicciones teóricas y ambos se deben evaluar.

El siguiente esquema sencillo nos precisa este modelo indispensable en cualquier puesta en contacto con la realidad:



En cuanto al conjunto de tópicos de prueba, que permiten evaluar todo el proceso, hemos de aceptar los maestros de física nos guste o no, que todo cuerpo orgánico de ideas y de conceptos físicos se deben evaluar a la luz de los resultados de cuatro baterías de prueba a saber:



La batería filosófica fue el tópico principal en mi análisis, dado que consiste en un examen de la respetabilidad metafísica y gnosológica de los conceptos y suposiciones, clave de la teoría a la luz de alguna filosofía. Es necesario pues el examen de los principios filosóficos. El ajuste entre la física y la filosofía deberá ser mutuo, más que unilateral. Se hace necesario por decirlo de alguna manera, un matrimonio feliz y fructífero entre la filosofía y la física.



BUNGE, Mario. *Filosofía de la Física*. Editorial Ariel, Barcelona. 1982.

\_\_\_\_\_. *La Ciencia, su Método y su Filosofía*. Ediciones Siglo XX. Buenos Aires, 1981.

PIAGET, Jean y GARCIA, Rolando. *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. Editores Siglo XXI, S.A. México, 1982.

## 2 LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LA FISICA

### 2.1 INTRODUCCION

El desarrollo de aptitudes y habilidades mentales y manuales, objetivo esencial de la enseñanza de la física, no está plenamente garantizado si el alumno sólo puede observar el experimento. La enseñanza más fructífera es aquella que toma en consideración las energías básicas esenciales del siquismo, es decir, la espontaneidad y el impulso a la actividad.

Es un hecho notorio que lo que uno mismo hace se graba mejor en la memoria que lo que sólo se oye o se ve. Es que además de la misma memoria auditiva y visual se pone en acción también la motriz.

El principio básico de aprender mediante experiencias o ensayos se sustenta en que un experimento permite concentrar toda la atención sobre un proceso, que puede repetirse y variarse tantas veces como se desee hasta alcanzar unos resultados lógicos. Cabe mencionar como desventaja que no siempre se pueden evitar los resultados imprecisos, debido a las perturbaciones producidas por un

sin número de agentes.

Los maestros y estudiosos de la física no podemos olvidarnos en ningún momento que la física básicamente es una ciencia experimental, por lo que se debe prestar una especial atención a los trabajos prácticos a todos los niveles del sistema educativo.

Cuando de orientar un aprendizaje de la física se trate, hemos de recordar los maestros que manipular, observar y experimentar, son procesos que se deben orientar, cultivar y ejercitar en nuestros alumnos; dado que estos elementos son necesarios para que vaya ganando confianza en el laborioso proceso del aprendizaje de los conceptos físicos.

En estas líneas introductorias, solamente he querido presentar una necesidad urgente para estudiar y profundizar sobre conceptos tales como: la experimentación en física, sus conceptos, modalidades y condiciones necesarias.

Sin querer ser muy ambicioso, se pretende en este capítulo presentar un análisis muy reflexivo sobre lo que debe ser una enseñanza de la física.

Si se quiere obtener un máximo de provecho se debe partir de que su fría lectura o aplicación nunca servirá a ninguno. Es necesario optar por una actitud de selectividad y discernimiento, para

luego entrar a escudriñar en las mentes de quienes serán objeto de nuestro trabajo: Los alumnos.

## 2.2 OBJETIVOS

1. Identificar el método propio de la física, describiendo sus elementos y características.
2. Identificar los conceptos de experimento.
3. Clasificar los experimentos que se puedan realizar para enseñar física.
4. Determinar las diferentes modalidades de experimentación.
5. Identificar las condiciones necesarias para realizar experimentos didácticos en física.
6. Determinar las condiciones necesarias que debe reunir el profesor que dirige los experimentos de física.

## 2.3 PROPOSITOS

1. Que los profesores de física, tengan una visión clara de la necesidad de dejar a los alumnos que interroguen constantemente a la naturaleza, recorriendo los mismos pasos que la humanidad

ha dado para llegar a madurar y descubrir el comportamiento de los diferentes fenómenos.

2. Que los profesores de física se pregunten hasta qué punto y en qué medida están haciendo de la enseñanza de la misma un proceso activo, interesante y formativo.

#### 2.4 EL METODO EXPERIMENTAL O PROPIO

La física es una ciencia eminentemente experimental, en la medida que es una ciencia, que no cesa de interrogar a la naturaleza, bien para confirmar un hallazgo o para iniciar una nueva investigación. Un experimento es un fenómeno que nosotros mismos producimos y controlamos disponiendo adecuadamente de las condiciones necesarias. El método experimental, es más propio de la física en la medida que quien lo aplica desempeña un papel netamente activo.

La experimentación, como método científico fue introducida en la física por el investigador Galileo Galilei a finales del siglo XVI. El trabajo experimental parece ser una de las formas o procedimientos más adecuados para facilitar la formación de los conceptos, de acuerdo con la psicología del aprendizaje y en particular con las ideas de Piaget.

La experimentación suministra experiencias concretas con los obje-

tos y las ideas de la física, sobre las cuales los conceptos abstractos pueden edificarse de manera sorprendente. "Independientemente de su edad, el estudiante debe disponer de materiales para llevar a cabo sus acciones, con ellos hasta que pueda empezar a utilizar operaciones lógico matemáticas" (Kaner y Lowon), (4).

El factor de la experiencia ayuda a los estudiantes a construir estructuras operacionales que en último término les conducen a pensar de una manera abstracta acerca del mundo que les rodea.

La experimentación puede ser usada para conducir a los estudiantes a través de la investigación, al desarrollo de su comprensión de los conceptos que hay que aprender.

Es de suma importancia saber que un "trabajo experimental", no necesariamente ha de identificarse con un trabajo o un proceso seguido en un recinto especial llamado "Laboratorio"; no cabe duda que el trabajo hecho en el laboratorio es experimental, pero tenemos que pensar en la posibilidad de utilizar, con más frecuencia, el medio natural y el medio social en que se desarrolló el alumno. Por decir algo al respecto, se puede pensar en la "Caída de los cuerpos", perfectamente podemos observar y experimentar el fenómeno en el patio del establecimiento; para otros casos que sobra mencionar, podemos utilizar el campo de la ciudad, la cocina de la casa, el carro del vecino, una fábrica cercana, un taller de mecánica, etc.

El principio básico de aprender mediante experiencias o ensayos

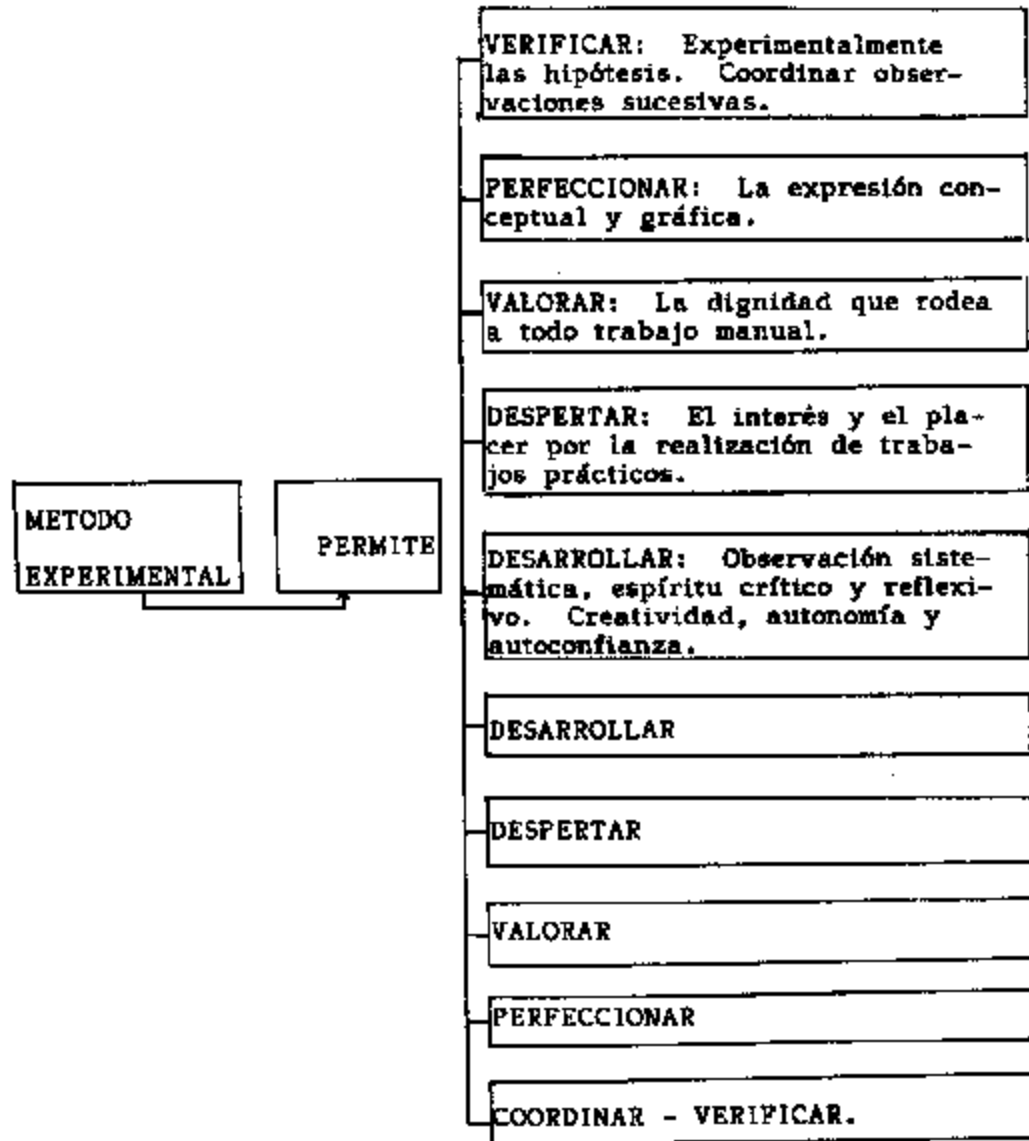
se sustenta en que un experimento permite concentrar toda la atención sobre un proceso, que puede repetirse y variarse tantas veces como se desea hasta alcanzar unos resultados.

No obstante, las influencias secundarias, que pueden perturbar los resultados en el proceso de experimentación nos han de animar, su potente fuerza, con que este método proporciona al alumno la comprensión de los fenómenos físicos. Comprender utilizando la experimentación, es equivalente a concentrar toda la atención sobre un proceso, que se puede repetir y variar todas las veces que se quiera, hasta que se hayan conseguido suficientes elementos de observación.

En el estudio de la realidad física es necesario valernos de instrumentos, entre los que se incluyen los órganos sensoriales del hombre, los que interactúan en el proceso estudiado.

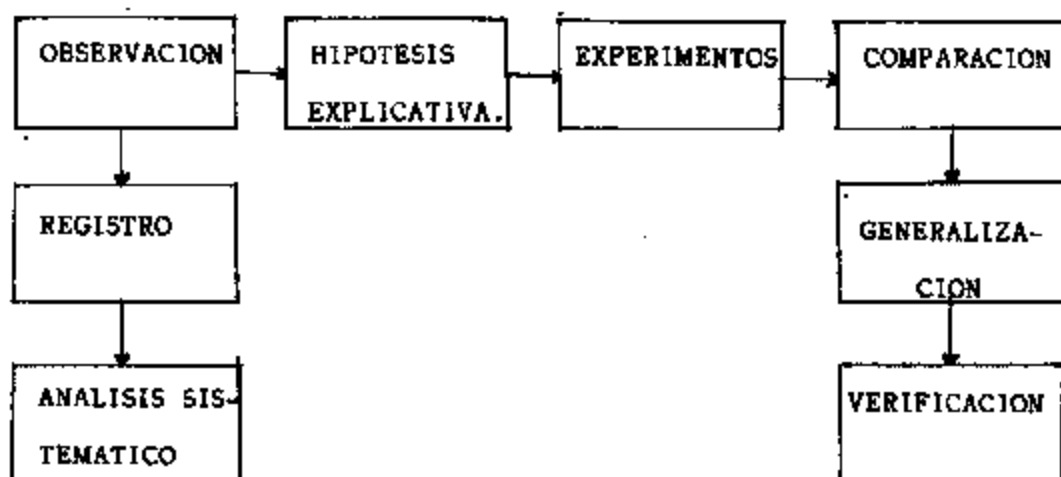
El proceso histórico de la física indica claramente que cuando una teoría científica entra en crisis (o sea que comienzan a aparecer resultados observables de ciertos procesos o experimentos, que no pueden ser explicados por la misma) debe hacerse un análisis crítico de los postulados con el fin de modificarlos o reemplazarlos por otros que se adecúen mejor a los resultados suministrados por la observación y la experimentación.

El método experimental en la enseñanza de la física, pretende básicamente los siguientes objetivos.





## 2.5 PASOS O ETAPAS DEL METODO EXPERIMENTAL



Esta estructura no hace pensar en el camino seguido por los científicos para elaborar la teoría de la física, en la medida que disecaron algunos aspectos y procesos de la naturaleza para poderlos estudiar como es debido. Toda ciencia parte de los procesos más sencillos para analizar exhaustivamente. Primero se procede a la acumulación y clasificación de datos que se obtienen mediante la observación y la experimentación.

En nuestra clase de física no se debe olvidar que existe una estrecha relación entre experimento y teoría en la estructuración de una teoría científica. Todo experimento presupone cierta teoría; de los resultados experimentales, la formulación de nuevas definiciones y la creación de hipótesis amplía la estructura de la teoría correspondiente.



En los primeros niveles o primeras edades pedagógicas, se debe ofrecer al estudiante de física la oportunidad de que manipule, observe y experimente con los materiales a su alcance. Aunque haya ocasiones en que se observe que está equivocado, no debe interrumpir de momento su trabajo. La creación de sus propias "teorías" desarrollará el espíritu inquisitivo, tan necesarios para ir ganando confianza en el laborioso proceso del aprendizaje de los conceptos físicos.

Dada la naturaleza del método experimental, todos los temas de la física pueden ser dirigidos mediante algún tipo de experimento, por lo tanto vale la pena hacer previamente un diagnóstico de la situación con las siguientes preguntas:

1. Cuáles son los experimentos que, ante todo ofrecen una imagen clara y convincente de las leyes que se han de comprobar?
2. Contribuyen los experimentos elegidos a fomentar la observación y ciertas técnicas de trabajo y también a lograr los objetivos?
3. Qué instrumentos garantizan la ejecución por parte de los alumnos y darán un resultado satisfactorio?

Previamente a una clase experimental de física, los maestros debemos hacernos las anteriores preguntas y para encontrar una respuesta correcta que satisfaga estas necesidades surge la necesidad de co-

nocer los siguientes principios:

1. Académicos:

- a. Los fenómenos físicos se deben introducir de una forma real.
- b. Se debe mantener y promover el interés por la clase.
- c. El experimento debe facilitar la comprensión del trabajo teórico.
- d. El experimento debe complementar la clase teórica.

2. Destrezas:

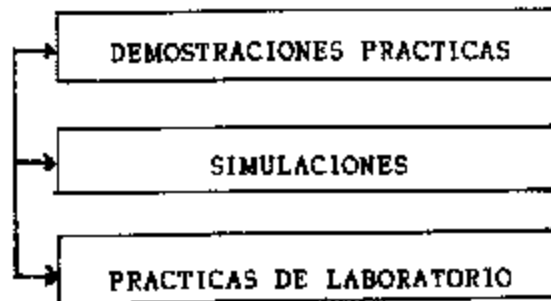
- a. El alumno debe adquirir técnicas experimentales.
- b. El experimento debe desarrollar habilidades específicas de tipo manual.
- c. El método experimental debe preparar al alumno para registrar y analizar datos experimentales.
- d. Debe preparar al alumno para redactar informes de trabajos experimentales.

### 3. Metodológicos:

El experimento y su proceso debe:

- a. Promover el desarrollo del pensamiento lógico y razonante.
- b. Adiestrar en el ejercicio de problemas y buscar su solución.
- c. Estimular la observación y registros precisos.
- d. Permitir el desarrollo de trabajos prácticos.
- e. Enseñar a pensar analíticamente.

Puede parecer redundante, pero en ningún momento contradictorio, decir que los anteriores principios del método experimental, son también los objetivos que debe procurar los maestros de física en sus clases prácticas. No obstante, para procurar estos principios, se hace necesario precisar algunos tipos de experimentos, los cuales los clasificaremos así:



El primer tipo de experimentos, anotado en el esquema y que se ha titulado "Demostraciones Prácticas", hace relación a los experimentos "espectaculares", los cuales deben permitir la observación de procesos.

Karl Knoll afirma: "Estos experimentos deben estimular la intuición del alumno y despertar en él el placer de observar fenómenos que no se ven todos los días" (4)

Para este tipo de experimentos, el maestro es quien lo realiza, disponiendo de todas las técnicas audiovisuales existentes, las cuales son instrumentalmente muy potentes.

Es preciso anotar, que esta técnica resulta ser muy aparatosa y por consiguiente complicada, además de ser muy impersonal depende su éxito en gran parte del volumen de estudiantes en la clase.

El segundo tipo de experimentos, titulado como "experimentos simulados", se refiere a aquellos experimentos que pueden dar una alternativa a la realización de cierta experiencia para estudiar un fenómeno que no se puede desarrollar experimentalmente por dificultades instrumentales u operacionales.

Al hablar de experiencias simuladas, nos acercamos al concepto de los modelos, es decir al trabajo con estructuras conceptuales, que ayudan a explicar el comportamiento o la naturaleza de los

3. Cuando se hubiera propuesto más de una representación se debe contrastarla entre sí, sometiendo cada una al proceso de evaluación, el cual tiene en cuenta los siguientes aspectos: Representatividad, consistencia, capacidad predictiva y simplicidad.

Las pruebas con modelo no son experimentos con modelos, sino con medios visuales que representan objetos y fenómenos naturales no observables por medio de procesos analógicos, aproximados "a modo de modelos". Así, por ejemplo, los imanes elementales y el proceso de imantación pueden experimentarse con un tubo de ensayo lleno de limaduras de hierro. La estructura molecular de líquidos y gases, sus leyes pueden demostrarse, en parte, bastante bien con bolitas de hierro o acero. Hay que aclarar a los alumnos que estos experimentos con modelos no representan la realidad ni la reflejan con todos sus detalles. Por eso no sirven para adquirir conocimientos cualitativos ni cuantitativos, ni para extraer conclusiones inductivas o deductivas.

fenómenos que investigamos.

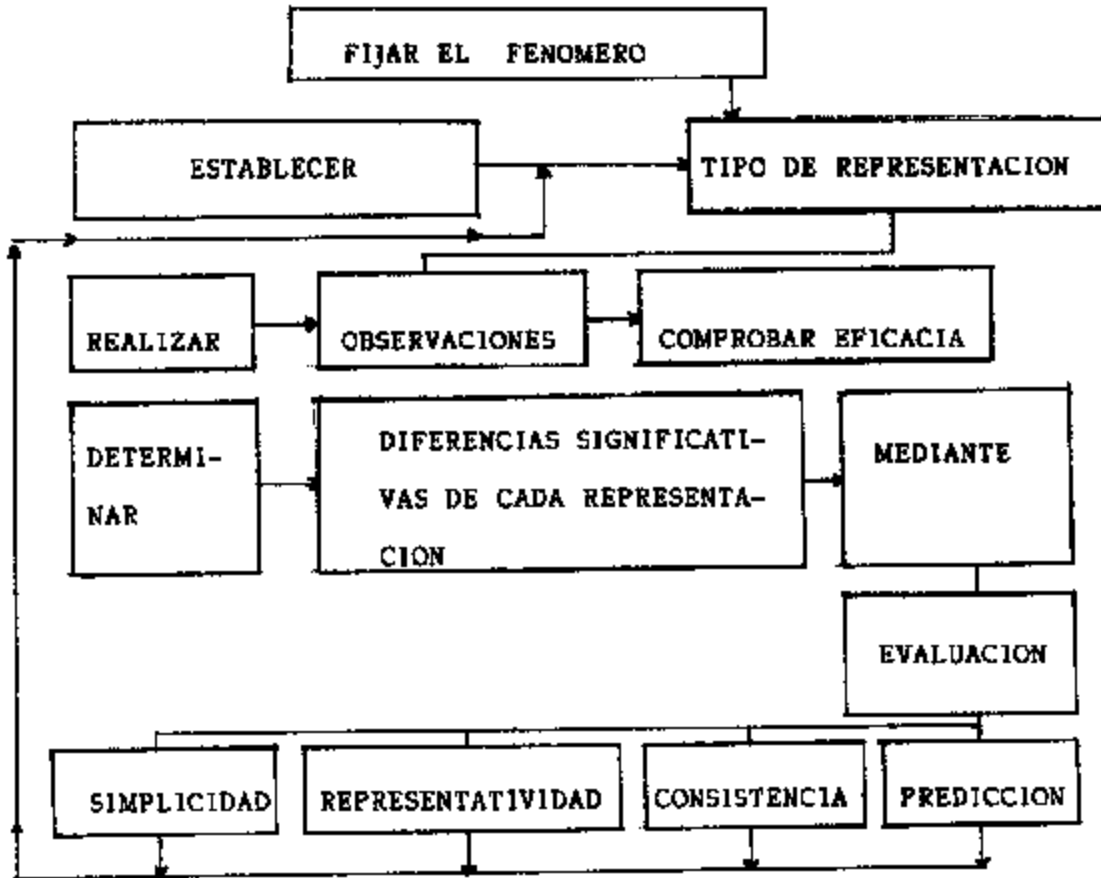
Dado que la propiedad más obvia de un modelo satisfactorio es que la relación que existe entre él y los fenómenos reales que trata de explicar, es una relación de analogía, hay una especie de similitud estructural entre estos dos procesos de enseñanza en física.

Si nos adentramos un poco más en el concepto de modelo físico, podemos entenderlo, como ideas, pero estas constantemente deben ser representadas por imágenes físicas tridimensionales, por dibujos, maquetas, etc.

En conclusión, se puede decir que los maestros, al realizar experimentos "simulados", no podemos olvidarnos la importancia que tienen los modelos, en la medida que representan parcial y eficazmente la realidad, siempre que se sigan los siguientes pasos en su formulación:

1. Fijar el fenómeno natural y proceder a encontrar el tipo o los tipos de representaciones que parezca más adecuado para su explicación.
2. Dado un número considerable de observaciones, proceder a comprobar, en qué medida es capaz de explicarlos.

El siguiente esquema resume los pasos de las experiencias simuladas, con base en los modelos físicos:





## 2.6 EXPERIMENTO

El experimento básicamente es una pregunta dirigida a la naturaleza, bien para confirmar un conocimiento o hallazgo; bien para iniciar una investigación. Se puede afirmar que es la parte esencial del método inductivo, ya que se inicia, después de la observación con una hipótesis de trabajo.

Para iniciar esta interesante aventura del estudio de la experimentación en física, una serie de elementos propios de los alcances del trabajo experimental se darán a conocer.

Cuando en física se le hace llegar al alumno mediante la realización sistemática y adecuada de experimentos este es su provecho:

- a. Desarrolla la observación en una forma sistemática.
- b. Adquiere técnicas elementales de trabajo experimental.
- c. Coordina observaciones sucesivas para integrar hechos .
- d. Desarrolla un espíritu crítico y reflexivo.
- e. Valora la dignidad que rodea todo trabajo manual
- f. Perfecciona la expresión conceptual y gráfica.

g. Desarrolla la creatividad, autonomía y autoconfianza en el trabajo experimental.

h. Logra un mejor conocimiento de los conceptos físicos.

Ya habíamos dicho que en la enseñanza, así como en la investigación científica, el experimento es "una pregunta a la naturaleza". Puede ser punto de partida de la investigación y punto final, confirmación de un conocimiento o hallazgo. En el proceso cognoscitivo, al realizar un experimento en el aula escolar, se distingue del de la ciencia por el hecho de que el maestro conduce el alumno a reproducir descubrimientos ya efectuados. Mas si tenemos en cuenta que también el alumno llega del estado de ignorancia al de saber y conocer, podemos decir que los métodos para llegar al conocimiento son fundamentalmente los mismos para el científico y para el alumno.

Tomando en consideración la adquisición del saber y las condiciones mentales del alumno, determinamos el lugar de experimento en la enseñanza, pudiéndose utilizar en forma inductiva y deductiva. Las meras especulaciones no confirmadas por los experimentos, no pueden proporcionar nuevos descubrimientos a la ciencia.

En la escuela constituye el experimento la base y el centro de la enseñanza de la física que ha de proporcionar al alumno la comprensión de los fenómenos físicos.

Comprender mediante el experimento se basa esencialmente en que permite concentrar plenamente sobre un proceso. Sus cualidades especiales se ponen de relieve cuando tratamos de sustituir el experimento escolar por ilustraciones, explicaciones y descripciones.

El principio básico de aprender por la experiencia quedaría eliminado en favor de una mera transmisión de saber. La memoria de los alumnos se inunda de datos y se sobrecarga. Se educa en ellos la superficialidad y se los induce a creer que han comprendido una cosa si son capaces de repetir unas cuantas frases al respecto. Se desperdician posibilidades de desarrollar la capacidad de observación de los alumnos y de llevarlos a la acción o actividad.

El acertado empleo del experimento en clase es un importante problema metodológico, como hemos visto por lo que precede. Es que sus posibilidades formativas y educacionales sólo podrán agotarse si se lo emplea de la manera y en el lugar apropiado. Por eso muchas veces se ha tratado de "clasificar" los experimentos de alguna manera, es decir, encontrar una correspondencia entre el experimento y su empleo en clase, que facilite al maestro la ubicación del mismo en el desarrollo metodológico.

Existen varias posibilidades de clasificación: por ejemplo, según puntos de vista didácticos u objetivos, que no se excluyen mutuamente y que, al contrario, muchas veces se superponen.

Cabe insistir en que el experimento debe surgir orgánicamente y ocupar su lugar bien marcado en el desarrollo didáctico. Ese lugar está dado por la necesidad de poner a prueba las hipótesis de los alumnos concernientes a la solución de problemas. Ya habíamos dicho en la introducción del presente trabajo, que la enseñanza más fructífera es aquella que toma en consideración las energías básicas esenciales del psiquismo infantil, es decir: la espontaneidad y el impulso a la actividad.

El alumno no debe observar pasivamente como el maestro experimenta ante la clase, sino que debe probar y experimentar él mismo. Esto contribuirá, sin duda, a mantener despiertos la espontaneidad, la actividad y el interés por la enseñanza; y a fomentar de una manera óptima el logro de los objetivos didácticos.

En este momento si se reflexiona sobre la expresión "Ciencias Experimentales", se cae de inmediato en la cuenta de que no puede haber enseñanza de las mismas sin la realización de experimentos. Considero que estos son indispensables en el -que hacer- educativo y que nada puede suplir su ausencia.

El experimento que consiste en reproducir intencionalmente el fenómeno que se quiere observar y analizar, puede conducir a la resolución de un cuestionario o a un breve informe.

No debemos dejar pasar por alto, la doble importancia y porque

no decirlo, la doble función del experimento, cuando es realizado cuidadosamente y adecuadamente:

1. Posibilita en el laboratorio el aumento de la frecuencia de las condiciones que se presentan espaciadamente en la naturaleza, multiplicando así las oportunidades para estudiar los fenómenos.
2. Permite someter los seres y fenómenos que se estudian a situaciones que no se dan en la naturaleza, y conseguir así una información nueva con respecto a la modalidad y estructura de los mismos.

Además, en la investigación científica el experimento decidirá sobre la validez o invalidez de lo afirmado.

Albert Einstein afirma: "Diez mil experimentos nunca me probarán estar en lo cierto, un solo experimento puede probarme que estoy en un error". (5)

Una condición para el éxito de todos los experimentos es la cuidadosa preparación que también es necesaria cuando el experimento se lleva a cabo a la vista de los alumnos.

Los experimentos sólo se justifican si de alguna manera significativa y fundada sirven para adquirir un conocimiento o consolidar un saber ya logrado. El experimento nunca ha de ser un fin en



si mismo, una enseñanza de la física verdaderamente formativa, incluye el planteo autónomo de hipótesis, el planteamiento de los experimentos, probar, reflexionar, explorar, meditar, observar, medir, comparar, combinar de acuerdo con los métodos cognoscitivos de la ciencia, etc.

Los experimentos así realizados no sólo se convierten en propiedad material, sino que en virtud del principio de autonomía contribuyen en gran medida a la formación de fuerzas.

La buena experimentación en la enseñanza de la física se basa en la estimulación del pensamiento concreto y productivo mediante el ensayo y las pruebas prácticas con el experimento sistemático, científico-elemental y metodológicamente bien empleado. Una experimentación es deficiente o improductiva cuando se siguen en forma abstracta y esquemática las prescripciones de un libro o repertorio. Así, toda la experimentación se vuelve maquinal y árida.

Es aquí, cuando cabe hacer un llamado a aquellos profesores de física que nunca han sentido la necesidad de renovar, mejorar, o cambiar sus experimentos, que regular o deficientemente han venido empleando en sus magistrales y aburridas clases de física, apareciendo como pequeños genios aburridos, proporcionando fastidio y apatía por el conocimiento de esta materia, en detrimento de sus propios objetivos.

Los experimentos están al servicio ya sea de la investigación de nuevos hechos y la adquisición de conocimientos, de la comprobación de la exactitud de un conocimiento o una suposición, o finalmente de la consolidación de conocimientos y habilidades. Descarta la mera transmisión de saber mediante la explicación, presentación y exposición. Lo más terrible que puede suceder (Horresco referens...) es reemplazar el experimento por su descripción verbal, como cuando el maestro dice: "si calentáramos en un tubo de ensayo un poco de  $H_2O$  salada, obtendríamos...", etc.

La disposición del experimento ha de ser sencilla y clara, la atención de los alumnos debe ser atraída por lo esencial. Todo experimento será precedido de un análisis mental que distinga lo esencial de lo accidental y dirija al alumno hacia el núcleo de la cuestión. El maestro tiene que hacerse esta pregunta. ¿Que debo tener en cuenta al hacer este experimento?. La preparación previa ofrece al maestro la ventaja de ahorrar tiempo y que el experimento tenga más probabilidad de éxito, dando como resultado que exactamente el profesor conoce.

En la escuela constituye la base y el centro de la enseñanza de la física que ha de proporcionar al alumno la comprensión de los fenómenos físicos. La física es una ciencia experimental, por lo que debe prestar una especial atención a los trabajos prácticos a todos los niveles.

## 2.7 CLASIFICACION DE LOS EXPERIMENTOS PARA ENSEÑAR FISICA

Existen varias posibilidades de clasificación. Estas posibilidades de clasificación se dan según puntos de vista didácticos y gnoseológicos u objetivos, que no se excluyen mutuamente y que, al contrario, muchas veces se superpone.

Existe una serie de posibilidades de variar los procedimientos didácticos. Según su finalidad metodológica, los ensayos o pruebas pueden dividirse del siguiente modo:

- a. De introducción
- b. De sorpresa
- c. De conocimiento
- d. De desarrollo
- e. De modelo y repetición

Cabe anotar al respecto, que esta clasificación y la denominación de los experimentos no carece de ambigüedad, no hay que exagerar esas tentativas. Por otra parte es importante que el maestro vea con claridad el lugar del experimento en la enseñanza, porque según esa ubicación puede variar el efecto, el de llegar al conocimiento.

El experimento de introducción sirve esencialmente para iniciar un nuevo tema y da casi siempre el planteo del problema. Por regla



general los experimentos de introducción son seguidos por las experiencias de reconocimiento. Son casi siempre de índole abstracta.

Al realizar un experimento de sorpresa, obtenemos un resultado que contradice las expectativas. De la definición ya se desprende que los experimentos presuponen ciertas experiencias y conocimientos originados en parte en la vida diaria y en parte en la enseñanza.

Se comprende que los experimentos de sorpresa provocan fuertes reacciones y momentos de suspenso y animan las clases.

Las pruebas con modelos no son experimentos con modelos, sino con medios visuales que representan objetos y fenómenos naturales no observables por medio de procesos analógicos, aproximados, "a modo de modelos".

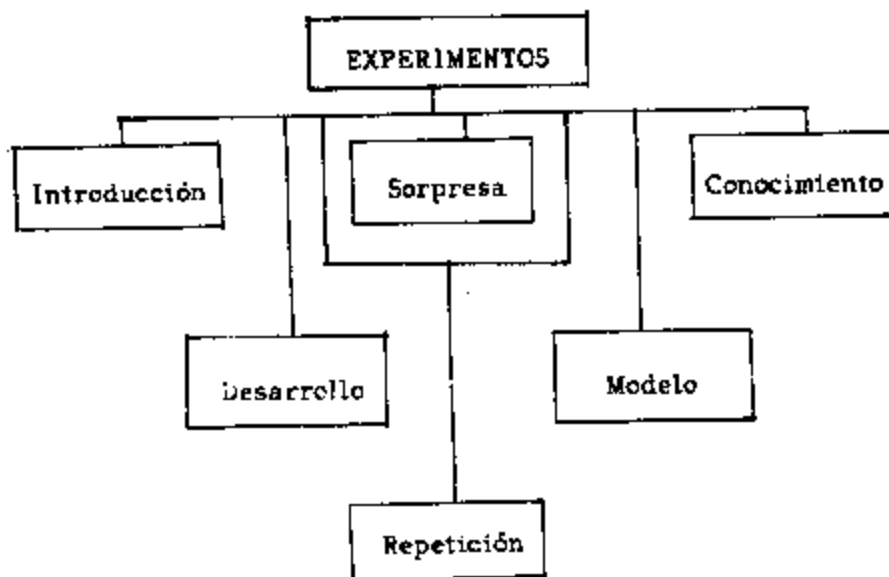
Hay que aclarar a los alumnos que esos experimentos con modelos no representan la realidad, ni la reglejan con todos sus detalles. Por eso no sirven para adquirir conocimientos cualitativos, ni cuantitativos, ni para extraer conclusiones inductivas o deductivas. A menudo son metodológicamente valiosos, porque comprueban procesos y hechos no observables y facilitan su comprensión.

El valor metodológico de las pruebas de modelos reside ante todo

en el desarrollo de la capacidad mental y representativa a causa de la abstracción necesaria; de importancia especial es el experimento espontáneo o libre. Se trata de una prueba que sin preparación puede realizarse con los medios de que se disponga en cualquier lugar, no necesitan elaboración y pueden improvisarse en clase.

Frente a todos los experimentos ofrecen la ventaja de poderse realizar directamente a partir de la situación didáctica, con medios simples y con los cuales siempre dispone el maestro.

Clasificación de los Experimentos:

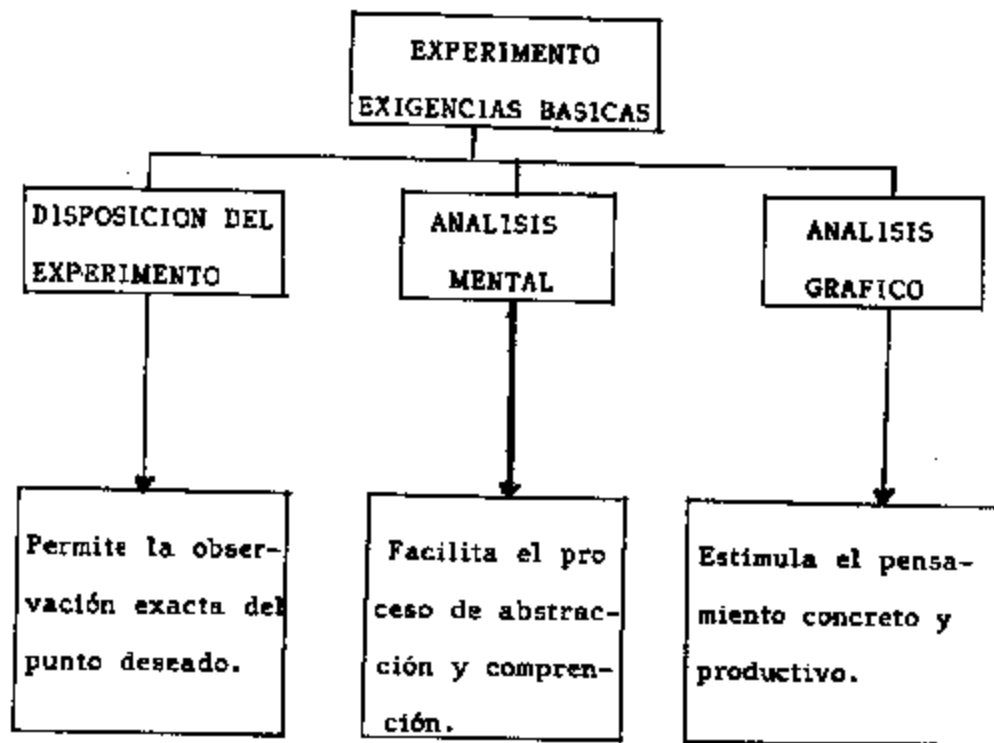


## 2.8 MAESTRO- EXPERIMENTO Y EXIGENCIAS DE PROCEDIMIENTO

Al enumerar algunos tipos de experimentos se ha hecho para mostrar aproximadamente cómo puede utilizarse el experimento en clase, pero de ninguna manera se puede degenerar convirtiéndose en una física aparatosa ajena al estudiante, que solamente produce un espectáculo impresionante pero incomprensible para éste. Lo que se busca básicamente es observar la naturaleza mediante el experimento.

Una enseñanza de la física, verdaderamente formativa, incluye el planteo autónomo de hipótesis, el planteamiento de los experimentos, probar, reflexionar, explorar, meditar, observar, medir, comparar, combinar de acuerdo con los métodos cognoscitivos de la ciencia, etc.

Los experimentos así realizados no sólo se convierten en propiedad material, sino que "en virtud del principio de autonomía contribuyen en gran medida a la formación de fuerzas" H. Mothes (4). A condición de que se ponga en juego el método científico, la física educa, como ninguna otra asignatura, para la objetividad, para el juicio crítico, lo cual evita de por sí un juicio precipitado y ligero. Educa el pensamiento constructivo, la fantasía y la capacidad de combinación, puede distinguirse tres exigencias básicas en cuanto al experimento demostrativo.



Antes de empesar a describir en forma detallada, cada una de las tres exigencias básicas que se deben tener en cuenta al realizar trabajos experimentales de tipo demostrativo, debemos tener presente todos los educadores que los trabajos prácticos no deben consistir en una simple repetición por el alumno de las experiencias y medidas hechas por el maestro. Deben exigir al alumno una participación activa e inteligente, para animarle a reflexionar sobre lo que hace. La elaboración de un material sencillo ingeniosamente formado a partir de elementos intercambiables presenta un indudable valor educativo. Al realizar el alumno el montaje de aparatos a partir de elementos sencillos y funcionales se desarro-

lla su iniciativa, ideando o modificando el montaje; se adiestra su habilidad manual muy importante en los alumnos de inclinaciones técnicas, y el experimento adquiere su verdadero sentido pedagógico de comprobación, aplicación o elaboración de los principios generales de la física.

Los trabajos experimentales se deben realizar de tal forma que el alumno encuentre plena libertad de acción en el laboratorio, aunque siempre bajo la dirección del maestro.

Un cuidado de gran interés ha de ser el de orientar en lo posible a que la vivencia se dirija en varios sentidos. Además será para el hombre íntegro, no sólo para el intelecto. Así los resultados sorprendentes surtirán un efecto emotivo especial. También en este campo, el asombro se convierte en origen de todo afán de saber.

Cuando trabajamos con experimentos demostrativos, su valor reside no sólo en el resultado, sino en la manera en que sea presentado a los alumnos.

Para dar comienzo al análisis de las exigencias básicas, que requiere el trabajo experimental, comenzaré diciendo que la disposición del experimento es la primera y muy significativa.

La disposición del experimento ha de ser sencilla y clara. La

atención de los alumnos debe ser atraída por lo esencial, los elementos importantes y secundarios tienen que ser separados. Si los resultados de la medición son difíciles de reconocer, se puede recurrir a la proyección de sombras o reproducción del aparato. La posibilidad de observación puede mejorarse por contraste. Una disposición de este tipo concentrará la observación del alumno al punto deseado por el maestro.

La exigencia número dos, hace relación al análisis mental, la disposición experimental no sólo ha de ser sencilla y clara sino además lógicamente comprensible. Todo experimento deberá ser precedido de un análisis mental que distinga lo esencial de lo accidental y dirija el alumno hacia el núcleo de la cuestión.

El maestro debe formularse siempre esta pregunta: ¿Qué debo tener en cuenta al hacer este experimento?

La preparación previa ofrece al maestro la ventaja de ahorrar tiempo y que el experimento tenga más probabilidad de éxito dando un resultado que exactamente conoce el maestro. No obstante, es preferible preparar el experimento en clase, pues así la paulatina familiarización de los alumnos con los instrumentos facilita el proceso de abstracción y comprensión, permitiendo por ende estimular el pensamiento combinatorio y constructivo.

La tercera exigencia consiste en graficar el experimento. Su mi-

sión consiste en subrayar las palabras explicativas del maestro, en separar lo esencial de lo accidental, destacar el elemento más importante, y respaldar así, en forma directa e indirecta, la observación del alumno.

La buena experimentación en física se basa en la estimulación del pensamiento concreto y productivo mediante el ensayo y las pruebas prácticas con el experimento sistemático, científico-elemental y metodológicamente bien planeado.

Una experimentación es deficiente o improductiva cuando se siguen en forma abstracta y esquemática las prescripciones de un libro o repertorio. Así, toda la experimentación se vuelve maquinal y árida.

En mi concepto es preciso enfatizar, en que todo proceso de experimentación ha de ser objeto de un cuidadoso y detallado proceso de planeación, reconsideración y perfecto conocimiento de los alcances del mismo en la persona de quien se va a orientar. Todo experimento que no motive la actividad placentera del alumno, y el afán por descubrir, comparar, perfeccionar y aprender un objeto determinado es falta de valor a nivel educativo.

Dado que la experimentación en física es un método o procedimiento didáctico de máximo valor, por la misma filosofía y naturaleza de la física, éste ha de producir una maduración psicológica y una

transformación decisiva en el trabajo mental.

Me es preciso en el presente trabajo, atreverme a plasmar el siguiente criterio: El experimento escolar, no puede considerarse un complemento de otro procedimiento didáctico; él es en esencia único y de su apropiado manejo depende que aún a aquellos alumnos indiferentes, y sin el mínimo de interés por un asunto físico, despierte decisivamente la sed y el hambre de su conocimiento por su gran riqueza de motivaciones, satisfacciones personales que su continua actividad y contacto han producido en éste.

## 2.9 MODALIDADES DE EXPERIMENTACION

Ya había escrito en secciones anteriores que todo conocimiento científico arranca de la observación, del experimento de la naturaleza abierta ante los sentidos del hombre. (Nada hay en el intelecto que no haya penetrado antes por los sentidos, salvo la inteligencia misma).

Si se reflexiona sobre la expresión "ciencias experimentales", se cae de inmediato en la cuenta de que no puede haber enseñanza de las mismas sin la realización de experimentos.

El método experimental es inductivo por excelencia, es decir que partiendo de la observación y estudio de los hechos particulares, se llega a la enunciación de una ley que los rige. De todo lo



dicho se desprende la importancia capital que la metodología moderna asigna a los trabajos prácticos en la enseñanza de la física, pues la misma física se construye sobre trabajos de esta naturaleza.

La realización de los trabajos de experimentación permite al alumno, entrar en contacto directo con los seres y fenómenos de la naturaleza y, por lo tanto, le ofrece la posibilidad de adquirir conocimientos y experiencias directas.

La experimentación escolar caracteriza el enfoque de la enseñanza moderna. Efectivamente, sin aquellos, aún con los mejores programas, la enseñanza quedará relegada a la forma expositiva que hemos fustigado, con la experimentación bien ordenada y planeada, aún sin buenos programas, la enseñanza se vivificará con el espíritu que quisieramos ver instalado en todos nuestros centros educativos.

La sola mención de "Modalidades de experimentación", ya presupone la riqueza y suficiencia en sí mismo del método experimental; supone también la existencia de clases teóricas que quisieramos ver desaparecer.

## 2.10 CONDICIONES PARA EXPERIMENTAR EN FÍSICA

Una metodología activa en la enseñanza de la física, hace suponer

la realización de abundantes experimentos. Las experiencias y los experimentos deben enfocarse y realizarse de forma que estén integrados en el desarrollo de los conceptos.

Entre las condiciones que se deben tener en cuenta para experimentar en física tenemos:

1. Los experimentos deben ser básicos en el sentido de reproducir conceptos o fenómenos naturales.
2. Se debe conseguir la integración de los experimentos que hay que desarrollar en el contexto de la asignatura, tratanto de adecuarlos a las explicaciones teóricas y, en lo posible, a las clases de problemas.
3. Los experimentos en lo posible serán guiados hacia problemas concretos que conlleven, en ocasiones, la realización de pequeñas investigaciones.
4. La realización de experimentos que conlleven planteamientos de problemas, y que propicien una correcta utilización de la metodología científica favorecen la adquisición significativa de conocimientos.
5. En lo posible, no se trata de que los alumnos conozcan y repitan los trabajos de, por ejemplo, Galileo, Pascal, etc., sino que

mediante experimentos, enfrentarles a través de actividades debidamente preparadas para favorecer un trabajo realmente significativo.

6. Los experimentos deben concentrar toda la atención sobre un proceso, que puede repetirse y variarse tantas veces como desee hasta alcanzar unos resultados lógicos.

7. Los profesores de física debemos pensar que no solamente los experimentos son realizables en salas especiales denominadas laboratorios, sino, también en la posibilidad de utilizar el medio natural y el medio social.

8. Los experimentos deben permitir el aspecto creativo, tanto en el diseño de los montajes experimentales como en la superación de todas las dificultades que aparecen en la práctica.

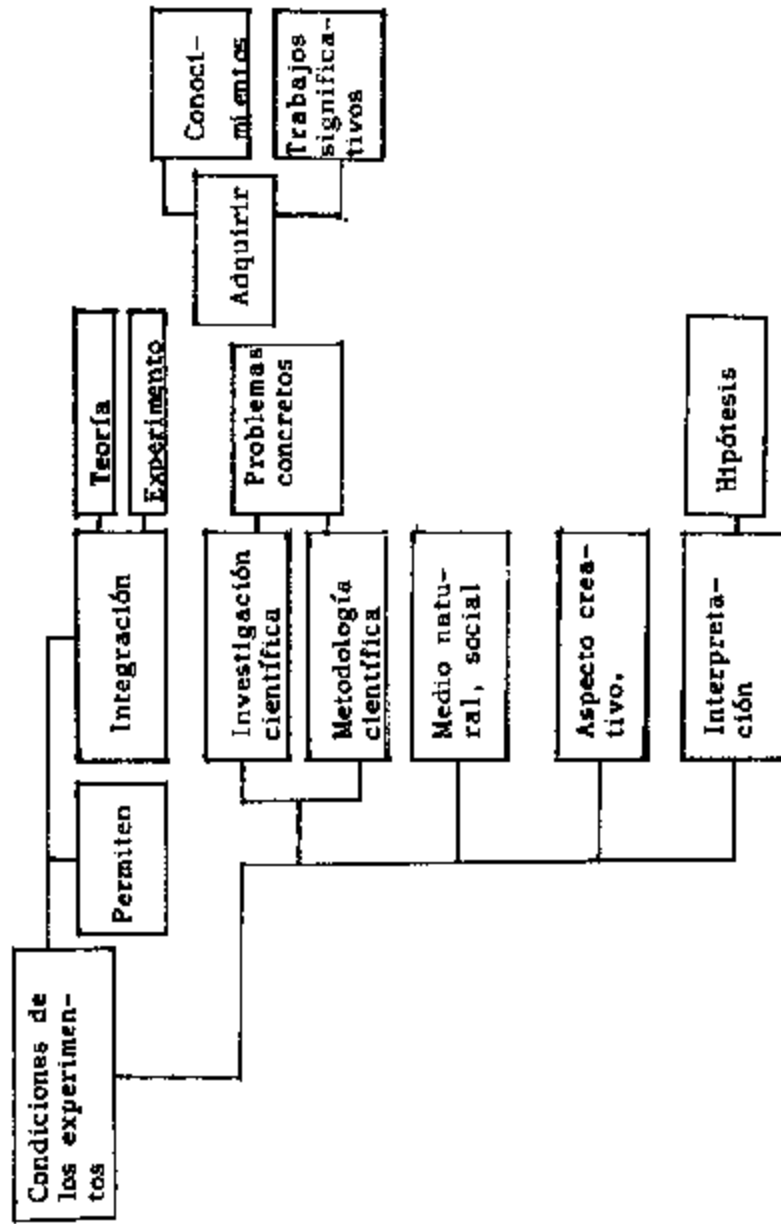
9. Los experimentos permiten que mediante la interpretación de los resultados ser aceptadas las hipótesis verificadas.

Los experimentos suministran experiencias concretas con los objetos y las ideas de las disciplina, sobre los cuales los conceptos abstractos pueden edificarse.

El desarrollo de conceptos a través de experimentos, ayuda en el apoyo del trabajo laboratorio. N. Booth afirma: "Todos los con-

ceptos son decididamente partidarios de una teoría de la educación en ciencias que se basa en el **COMPRENDO CUANDO HAGO**, y la mayoría de las veces esto significa comprendo una generalización, y aumento mi dominio de un concepto cuando he realizado una cadena de experimentos y se puede dar cuenta de sus resultados en términos de una generalización o concepto".

Los experimentos al ser desarrollados nos permiten verificar conceptos, hipótesis, los cuales serán de gran provecho en el estudio de la física experimental. A continuación se dará en forma gráfica que condiciones son necesarias al experimentar en física:



## 2.11 CONCLUSIONES

Recordando que en la vida escolar intervienen seres humanos y no máquinas, interviene por tanto, un modo personal de asumir el maestro el compromiso de enseñar. Hay que pensar definitivamente del qué se enseña al cómo se enseña, sin descuidar el ningún momento el objeto del conocimiento.

Cuando se orientan los aprendizajes en física el maestro debe fundamentalmente estar conciente de su rol, en esta asignatura, en la medida que no se puede limitar a ser un simple expositor aburridor que pretende hacer ver sus mal interpretadas dotes de físico.

El maestro de física debe hacer aparecer ésta como algo natural, coherente, de gran utilidad y de fácil manejo no para él sino para sus alumnos. La mejor forma de hacerlo es permitiendo al estudiante que él mismo gestione los conceptos, interrogando la naturaleza, experimentando, entrando en duda sistemática, cometiendo "errores", como los solemos llamar los improvisados maestros de física.

Hay que pensar en que enseñar la física no es un trabajo sobre un material inerte, ella hace parte de las relaciones entre los hombres, que son bien distintas de las relaciones entre los hombres y la naturaleza. El reino de la naturaleza es el reino de la ne-

cesidad.

Lo que podemos sacar en limpio en este capítulo, sobre la enseñanza experimental de la física, es el hecho de que para poder pensar científica y metodológicamente, cuando se orienta la física, hemos de decidírnos definitivamente los maestros a tomar una nueva actitud en nuestras aulas que se pueden, a mi modo de pensar, sintetizar así:

1. Pensar en Educar.
2. Amar nuestra educación
3. Incrementar nuestra práctica pedagógica
4. Incrementar la actividad del alumno
5. Hacer de la física una experiencia agradable y vivencial
6. Comprometer a nuestros estudiantes en el alcance de sus propios avances.
7. Orientarlos en la observación y la experimentación
8. Hacer del estudiante un gestor de sus propios conocimientos.

CERNUSHI, F. y SIGNORI, E. Enseñando Física mediante Experimentos. Eudeba. Buenos Aires, 1965.

FESQUET, A.E. El laboratorio Escolar. Kapeluz. Buenos Aires, 1.974.

SOLER, P. y NEGRO, A. Física Práctica Básica. Alhambra. Madrid, 1973.



### 3 ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO DE UN LABORATORIO DE FISICA GENERAL

#### 3.1 INTRODUCCION

En el contexto del presente trabajo ya se ha dicho que la física cumple con su función formativa, en relación con la técnica, cuando a través de ella hace que el alumno descubra las leyes físicas, las relaciones causales, que sustentan un invento técnico que él percibe con sus sentidos. Esto se consigue mediante la investigación, el manejo, la utilidad y las fallas que pueden observarse en el invento.

De estas premisas ya podemos derivar otra premisa en la cual se afirma que la enseñanza de la física, debe prestar atención a los hechos prácticos en sus programas. Las leyes y los hechos técnicos tienen que aparecer integrados en unidades de aprendizaje.

La experiencia didáctica ha mostrado que un saber bien fundado y transferible respecto a los problemas de la física; se fomenta, no tanto por medio de experimentos abstractos, sino más bien por el estudio de relaciones funcionales y de las bases físicas de un

ESTUDIOS

ESTUDIOS

aparato técnico que no sea demasiado complicado.

Los experimentos permitirán comprender los procesos físicos, se descubrirán inductivamente conceptos, reglas y leyes. El procedimiento analítico sintético ejercitará por igual la vista, las manos, el entendimiento práctico y el pensar científico, puesto que se induce al alumno a realizar independientemente una serie de operaciones mentales.

Con estas reflexiones iniciales ya podemos derivar una reflexión acerca de los problemas sobre organización y funcionamiento de un laboratorio de física general. Para encaminar en forma positiva este capítulo, se procederá a definir en términos concretos qué es un laboratorio de física, sus características y especificaciones cómo podría ser un laboratorio de física en el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle.

En este capítulo se abordará la temática sobre las condiciones mínimas que requiere poseer quien dirige un laboratorio de física; se precisarán algunas características del estudiante del colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, logradas mediante la experiencia vivida como profesor de esta institución y las recogidas por parte de profesores y estudiantes de la Universidad, para determinar algunas alternativas de solución para un futuro laboratorio de física apropiado a este tipo de institución. Finalmente se propondrá un modelo de laboratorio que sea funcional, económico y por

consiguiente realizable en el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle.

Para analizar la problemática del laboratorio en el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, se expondrá, aunque sea de forma esquemática, su significado y la interacción entre sus múltiples problemas, los cuales juzgados a priori son de tipo económico.

El capítulo se desarrollará en dos dimensiones a saber:

- a. Descriptivo
- b. Analítico-práctico.

En la parte descriptiva se recopilará toda la información que se necesita con respecto a la definición de laboratorio de física y las características de los mismos, presentando una serie de tipos de laboratorio y en la parte analítica-práctica se presentarán reflexiones varias sobre la posibilidad de un laboratorio para el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, y al mismo tiempo se ofrecerá el modelo que en consideración a las reflexiones realizadas se ajusta a las posibilidades y necesidades de esta institución.

### 3.2 OBJETIVOS

1. Realizar montajes de experiencias sencillas: a. Indicadas, o b. Inventadas para resolver problemas concretos.

2. Identificar las características de un laboratorio de física general, desde el nivel medio hasta el universitario.
3. Identificar el modelo de laboratorio de física propuesto.
4. Enumerar algunas medidas de seguridad que se deben tener en cuenta en los procedimientos de experimentos.
5. Proponer algunos elementos y materiales mínimos que debe contener el laboratorio.
6. Predecir qué condiciones debe poseer quien dirige los experimentos en un laboratorio de física general.
7. Definir qué es un laboratorio de física general.

### 3.3 PROPOSITOS

Que los maestros y estudiosos de la física experimental, identifiquen los elementos, las características, y los procesos normales que se requieren para hacer del laboratorio una escuela activa, en la que el alumno es el primer interesado por ser el gestor de sus propios conocimientos.

### 3.4 QUE ES UN LABORATORIO?

Un trabajo experimental no necesariamente ha de identificarse como un trabajo de "Laboratorio". Teniendo en cuenta lo dicho por N. Joel, en el simposio sobre "Didáctica de la física", "generalmente se da el nombre de trabajo de laboratorio al trabajo experimental, pero no es indispensable que este trabajo sea realizado siempre en una sala especial denominada "Laboratorio". Estas palabras de tan distinguido físico pedagogo de los últimos tiempos nos hace pensar en un concepto de laboratorio.

En mi propia apreciación y para dar pie a lo que ha de ser el desarrollo del presente capítulo, defino el "Laboratorio" como un "lugar", no importa exactamente si se trata de una sala o no, lo que importa es que en dicho lugar se pueda llevar a cabo la experiencia, dar campo abierto a la curiosidad, verificar nuestras suposiciones controlando los resultados que se puedan obtener, en fin un lugar en que el alumno y el maestro juntos puedan interrogar la naturaleza, cada uno a su manera y puedan encontrar una respuesta, juntos, cada uno de acuerdo a su grado de comprensión, pero que en últimas sea un trabajo cooperativo y unas respuestas compartidas y mejoradas por los dos, en bien y provecho del estudiante, como ser inquieto por descubrir y el profesor como ser inquieto porque el otro descubra.

Retomando la apreciación anterior ya se deja entrever que no se

puede dejar de lado el medio natural y social en donde se encuentra el alumno; medio rico en experiencias espontáneas y de gran valor en cuanto a lo de procedimiento didáctico se refiere.

No obstante se encontrarán situaciones y marcos espaciales en los cuales la pobreza en los anteriores tópicos es estrecha y por consiguiente es necesario retomar el concepto de laboratorio dado por la academia de la lengua española: "Local dispuesto para hacer investigaciones científicas". Aunque a los ojos de muchos esta definición parece pobre en contenido y sentido, intrínsecamente su amplitud es enorme. Al enunciar las palabras local dispuesto para hacer investigaciones científicas, ya nos está invitando a recordar todo un contenido acerca de la investigación científica; es decir lugar donde se puede observar, ordenar los datos de la observación, comparar resultados, emitir alternativas de solución a nuestros interrogantes, diseñar el trabajo para ciertas experiencias y realizarlas para luego comentarlas, recordarlas y compararlas, hasta satisfacer nuestra natural inclinación por el descubrimiento de los hechos y fenómenos que nos rodean.

El lector ya ha de estar concluyendo que un laboratorio que en este trabajo se llamará "Laboratorio de Física escolar", ha de poseer unos requisitos y características mínimas para que cumpla su labor didáctica.

En primer lugar comenzaré diciendo que como lugar debe ser apro-

piado, en la medida que debe ser atractivo, motivador, sencillo, cómodo, y no por el contrario esotérico, impresionante lo cual puede producir solamente inseguridad en quienes allí llegan. Mi objetivo en esta primera parte no es precisamente describir las características; pero como su definición requiere un mínimo de calificativos, ha sido necesario incluirlas.

### 3.5 CARACTERISTICAS DE UN LABORATORIO

Dado que uno de los objetivos principales que se traza cualquier currículo en materia de física, es precisamente dotar al niño y al joven con una formación intelectual y cultural, que le capacite para desenvolverse en un mundo en permanente cambio, bien continuando su formación o bien incorporándolo al mundo del trabajo, la enseñanza de la física en una forma integrada en lo teórico-práctico puede ser la respuesta a los interrogantes de cómo poner al alumno en una situación ventajosa en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es preciso reconsiderar algunos apartes del presente trabajo en los cuales se afirman las siguientes premisas: "La física describe el mundo que nos rodea, buscando relaciones entre las formas variadas de los fenómenos que se observan en la naturaleza. En verdad, las ideas, los conceptos y las definiciones adquieren sentido real únicamente cuando están relacionadas con la experiencia".

Al hilo de lo que se acaba de escribir, es preciso acentuar que cuando el joven se encuentra en situaciones ventajosas de enseñanza aprendizaje, tanto en el centro docente como fuera de él, esto le permite desarrollar su sentido de observación, "Ejercitar su juicio crítico, actuar con independencia y desarrollar su creatividad". Esto equivale a despertar en el alumno actitudes que le harán de él un hombre más apto, que el que procede de la escuela antigua, en la cual solo prevalece el sentido teórico. Todas estas nuevas actitudes le permitirán que al presentársele una nueva situación pueda decidir con una decisión adecuada.

Estas reflexiones, solo tienen como objetivo poner al lector en buen camino y entrar con buen pie a analizar el problema de las características que en general debe poseer un laboratorio de física.

Es el momento pues de comenzar diciendo que el laboratorio debe aparecer como algo natural, desprovisto de cierta carga esotérica, que cohibe al estudiante primerizo. Por tanto, habrá que erradicar este factor psicológico de la mente del alumno.

Frente a este primer punto se ha de reprochar la actitud poco bondadosa de muchos profesores de física, que para darle cierto toque de seriedad a las experiencias de laboratorio comienzan por indisponer a los alumnos, haciendo recomendaciones de inactividad en el mismo. Se podría afirmar que se comienza el laboratorio castrando la creatividad de los estudiantes.



En segunda medida, se ha de pensar en que el laboratorio debe ser un lugar en que el estudiante debe sentirse física e intelectualmente cómodo. Frente a este segundo aspecto ya se estará pensando en un lugar en el cual se preste para cultivar el espíritu de iniciativa, donde se pueda motivar un trabajo.

Por otro lado hay que tener presente algunas líneas maestras que muestran claramente que el medio físico del laboratorio adopta diferentes formas. Puede ser un aula regular, la pequeña habitación destinada a un seminario, un rincón de un aula e incluso un reducido sitio cerrado en un pasillo. "Espacios", tales han servido como laboratorio de enseñanza y se prevé que la disponibilidad de instalaciones realmente aptas será la excepción más que la regla.

En lo tocante a instrumentos y porque no llamarlo equipos existentes de cada experiencia, parece claro que bastará con uno solo para las experiencias demostrativas y para las avanzadas; ahora bien, en cuanto a las básicas que como en el trabajo se ha venido diciendo, deben corresponder a la más numerosa de los puestos en el trabajo.

### 3.6 ¿COMO DEBERIA SER UN LABORATORIO DE FISICA PARA EL COLEGIO NOCTURNO SAN JUAN BAUTISTA DE LA SALLE?

Conocida la realidad del Colegio Nocturno San Juan Bautista de la

Salle, tanto en la parte humana (alumnos) como en la parte física (recursos), y en tercer término su orientación (filosofía), esta pregunta adquiere cada vez más valor y por consiguiente surge la necesidad de comenzar a dar alternativas de solución.

Cuando se estudia la parte humana de la institución, estudio que se deriva del contacto con la realidad, se detecta ciertas particularidades de estos alumnos. En primera instancia que son personas de escasos recursos económicos, con múltiples limitaciones para poder llegar a un centro educativo, lo mismo que una discontinuidad en el trabajo académico.

Estas consideraciones tomadas de la realidad, se encuentran acompañadas con una multiplicidad de experiencias y un elevado índice de creatividad y por consiguiente de interés por demostrarlo para servicio y provecho de los demás.

Si bien es cierto que hay pobreza teórica o conceptual, existe abundancia en la parte experiencial, aspecto que en gran medida favorece el trabajo experimental, en cuanto se nutre con la espontánea participación y colaboración para llevar a cabo cada experiencia didáctica.

Cada vez se comprueba con más argumentos que el estudiante adulto que estudia en la escuela nocturna, se nutre y motiva mucho más cuando se le presentan los contenidos en forma utilitaria,

práctica y experimental, es decir en la forma como él está acostumbrado a verla en su medio social y laboral en que se encuentra y se desempeña.

Estas premisas anteriores nos demuestran una vez más la importancia de la pedagogía de "Aprender haciendo", tan difundida en la última década.

Al observar por un momento las condiciones puramente físicas y de recursos materiales, se detecta un vacío grande en la institución dado que no existe un laboratorio mínimo en el cual los estudiantes pongan a prueba sus experiencias.

### 3.7 CONDICIONES MINIMAS QUE DEBE POSEER QUIEN DIRIGE UN LABORATORIO DE FISICA

En varios tratados de pedagogía se ha dicho que el educador es un hombre de relación y precisamente el modo de relación que establece con el alumno, es lo que permite a ambos sacar el máximo de provecho en el que hacer educativo.

Cuando se dirige un aprendizaje se trata y más aún cuando se orienta una actividad práctica en donde el alumno tiene que ser el propio gestor de su aprendizaje, no se puede olvidar que una pieza importante en este proceso es el profesor, quien no se puede improvisar.

Los fracasos en las clases prácticas en gran parte se deben precisamente a que quienes tienen la responsabilidad de orientarlos no tienen conocimiento claro de su ubicación personal como educadores; desconocen los objetivos de la educación, desconocen sus alumnos, no dominan los contenidos ni tampoco conocen la utilidad de éstos.

Estas consideraciones nos han de proyectar a reconsiderar las siguientes directrices de gran utilidad pedagógica:

1. Un buen educador o mejor un buen orientador de trabajos de laboratorio debe ser un compendiz con el alumno.
2. Un animador y testimonio, es decir que enseña más por lo que hace que por lo que dice.
3. Es una persona capaz de interrogar la naturaleza y por consiguiente es capaz de señalar pistas, abrir cauces, descubrir valores, animar sus alumnos, estimular las energías y sentar criterios de los cuales el alumno hace su propia opción.

Con estos lineamientos podemos ya afirmar que una pieza clave en la buena marcha de un laboratorio es la existencia de un profesorado cualificado e interesado en su función docente, con dotes especiales para la pedagogía experimental.

Considero que en un laboratorio debería haber como mínimo tres profesores, uno de ellos elegido de entre los tres por su mayor experiencia y por su mayor interés en la docencia experimental, así como por dotes para la organización, iniciativa y resolución de problemas no previstos. Este profesor dependería directamente del jefe de laboratorio; además de estos dos debería haber un tercer profesor en calidad de ayudante.

Considero además que estos tres profesores deberían de permanecer de tiempo completo en su laboratorio en calidad de investigadores, al mismo tiempo que estarían dispuestos continuamente a prestar asesoría a todos los estudiantes animándolos y dirigiéndolos en los trabajos extras de laboratorio.

En estas condiciones una clase de laboratorio se convertiría en trabajo de gran interés tanto para profesores como para alumnos, dado que los dos se encontrarían en situación de aprendizaje, los dos tendrían el mismo interés por descubrir e interiorizar el objeto de conocimiento. Ya no nos encontraríamos con un observador que goza con la idea de que lo sabe todo; lo comprende todo y por consiguiente se siente dueño del saber y amo de la ciencia.

Estas afirmaciones que yo llamaría directrices pedagógicas en el trabajo de laboratorio, relevan la idea de que el maestro que dirige un laboratorio experimental didáctico ha de ser la persona apta en lo referente a actitud docente, capacidad investigativa,

vocación definitiva para organizar, animar, emprender y servir de luz al estudiante.

Me atrevo a decir que los alumnos los motiva y los lanza a descubrir con más interés cuando encuentra en su maestro la misma motivación, cuando ve en su maestro una persona amiga con quien puede comentar, una persona que los problemas imprevistos lo desequilibran tanto como a él, pero que su actitud le da seguridad para afrontarlos y darle una solución inteligente.

No se justifica un profesor de laboratorio, si es un simple repetidor, un simple actor de teatro o un simulacro de mago, o quien todas sus presentaciones le resultan novedosas, interesantes, misteriosas, pero incomprensibles para quienes son víctimas de sus espectáculos.

### 3.8 MODELO DE UN LABORATORIO PARA EL COLEGIO NOCTURNO SAN JUAN BAUTISTA DE LA SALLE

Presentar un modelo de laboratorio que se ajuste a las necesidades concretas de un colegio determinado, no es asunto fácil dada una complejidad de limitantes que al momento de poner en ejecución el proyecto pueden alterar sustancialmente su realización. Más, sin embargo, en el presente trabajo se encara esta tarea, dada la carencia del laboratorio de física en esta institución en que su proyección personalizante que se respira y que fundamenta

su filosofía institucional; urge en grado suficiente justificado la realización a corto plazo de un proyecto que satisfaga esta relevante necesidad.

Para seguir unas líneas maestras que orienten y justifiquen en términos conceptuales y basados en realidades concretas, me parece justo comenzar con un marco puramente teórico que precise los recursos con que se cuentan para diseñar no un ambicioso proyecto sino por el contrario una solución modesta y muy necesaria.

En proyectos en materia de educación, su éxito se ha probado a lo largo de los años que depende básicamente del objetivo que se propongan y en este caso el propio estudiante.

En ningún momento del trabajo se ha desconocido tanpreciado recurso en educación, que es precisamente el estudiante y no el estudiante ideal, sino aquel con el cual estamos trabajando.

Los estudiantes de esta institución, se ha dicho en repetidas ocasiones, son personas especiales en la medida que son personas activas, interesadas en superar múltiples obstáculos, de condiciones económicas muy regulares que por consiguiente les obliga a distribuir su tiempo en buscar el sustento diario y por otro lado los medios para surgir culturalmente.

No se pueden desconocer en ningún momento que son personas adul-



tas que si bien desconocen en ocasiones, términos conceptuales, abundan en ellos experiencias de gran valor pedagógico y por consiguiente una riqueza de creatividad que motivados y guiados en forma óptima, producirían como resultado la formación de personas íntegras a nivel personal y comunitario.

Muchos años más se registrarán en la historia de la educación colombiana, en que se seguirán teniendo desfases de algún grado en materia de educación, precisamente porque los modelos presentados y aplicados a nuestros estudiantes no han sido producto de un trabajo reflexivo, sentido en situaciones concretas, teniendo en cuenta el ser que aprende, sus aspiraciones, sus riquezas personales, sus proyecciones, su mentalidad y sus limitaciones.

Encajonar en la generación de los repetidores, a estudiantes adultos que han venido aprendiendo en la vida, con base en experiencias, que se han forjado su destino con la práctica, es tan degradante y antipedagógico como tratar de hacer que el niño entre en el mundo del adulto sin haberse paseado por los caminos que su natural desarrollo Psico-biológico le ofrece.

Nuestros estudiantes del colegio San Juan Bautista de la Salle no han sido sólo observadores de experiencias espectaculares sino por el contrario realizadores de acciones; no han sido en su vida espectadores sino actores; no han sido lectores sino escritores. Sus acciones han sido motivadas por la utilidad práctica que emana



de sus éxitos, mal podría proyectar un modelo de laboratorio en que nuestros estudiantes entren con las manos atadas para evitar que tengan contacto con los instrumentos que por su costo y delicadeza sean estropeados. Tanto mal podría hacer, al presentar un modelo de laboratorio adaptable a las exigencias de profesores cómodos con actitud tradicional, pensando únicamente en cómo facilitarles las experiencias espectaculares y no los aprendizajes agradables que en últimos son los únicos que perduran y forman mentes creadores y capaces de proyectar.

Una acción, un contacto con la realidad vale más que mil observaciones, esta premisa nos ha de ubicar en un lugar al alcance de nuestros alumnos, donde comodamente pueda ensayar, preguntar, consultar directamente a los fenómenos; manipulando, tocando, motivándose con sus éxitos y fallas que ha podido tener al tratar de conocer fenómeno u objeto de su interés. El ser humano, ha sido creado para trabajar en equipo. Un laboratorio de física debe permitir:

Que los estudiantes se cooperen, que sientan y experimenten en sus trabajos que los nuevos descubrimientos no han sido obra de una o unas personas solamente, sino que han sido el fruto de los aportes ya sean pequeños o muy grandes, de un sin número de seres humanos que como ellos comenzaron a interrogar los fenómenos de la naturaleza y fueron en la medida de sus capacidades dando respuestas que con el correr de los tiempos y tras cometer errores, y

tener continuas desiluciones y equivocaciones, lograron llegar a ofrecer grandes aportes en bien y provecho de la ciencia y por ende de la humanidad. Estas reflexiones y directrices de tipo pedagógico sustentan satisfactoriamente mi modelo de laboratorio que en su estructura da campo a la acción en grupo. La maqueta que acompaña este trabajo presenta en su diseño secciones ubicadas en sitios estratégicos para permitir la realización de ciertos experimentos en los cuales es necesario comentarlos y recibir el aporte de varias personas y, además solucionar el problema de la carencia de ciertos instrumentos que por su costo no son posible tenerlo para trabajos individuales.

Cuando se piensa en un laboratorio de física funcional y entiéndase éste en la medida que se adapte a quienes tienen la oportunidad de estudiar allí, no se puede desconocer que las cosas en sí son cognoscibles. El conocimiento de una cosa en sí se alcanza conjuntamente mediante la teoría y el experimento, ninguno de los cuales puede pronunciar veredictos finales sobre nada. El conocimiento de una cosa en sí, lejos de ser directo y pictórico, es simbólico e indirecto. Estas y otras reflexiones nos crean la necesidad de involucrar como elemento indispensable en el laboratorio una fuente de consulta, en la que el estudiante haga uso de elementos conceptuales ya descubiertos y por consiguiente se adentre, profundice y mejore la calidad de sus experiencias. En virtud de estas consideraciones en el presente modelo de laboratorio, se acompaña con una biblioteca, la cual estará cuidadosamente selecciona-

da y organizada por temas o partes en que la física se divide para su estudio. aparecerá una sección para mecánica, óptica, electromagnetismo, acústica, fuentes sonoras, etc. A continuación daré una lista de algunos libros que deberán estar en esta biblioteca:

- MORONES, Gregorio. Prácticas de Laboratorio de Física. Edit. Harla, México. 1979.
- I.P.S. Ciencias físicas. Introducción Experimental. Norma, Cali, Colombia, 1974.
- GANZER, Youngner. Laboratorio de Física. Publicaciones Cultural, 1974.
- Comité para la Enseñanza de la Física. (CEF), física, Tomo I, Limusa, México, 1975.
- ALVARENGA, Máximo. Física General. Harla, México, 1976.
- Argos Enciclopedia Temática. Las leyes de la Naturaleza. Editorial Argos-Vergara S.A. Barcelona (España), 1970.
- PERUCCA, E. Física General y Experimental. Edit. Labor, Barcelona, 1953.
- VALERO, Michel. Física 2. Edit. Norma, Bogotá, Colombia 1977.

- KNOLL, L. Didáctica de la Enseñanza de la Física. Kapeluz, Buenos Aires, 1974.
- CERNUCHI, F. y SIGNORINI, E. Enseñando Física mediante experimentos. EUDEBA. Buenos Aires. 1965.
- RODRIGUEZ, J.J. Cómo Organizar y planificar un club científico Kapeluz, Buenos Aires. 1972.
- WOOLNOUGH. B.E. Practical Work in Sixth-form Physics. 1976.
- FESQUET, A.E. El Laboratorio Escolar. Kapeluz, Buenos Aires. 1.974.
- FESQUET, A.E. Enseñanza de las Ciencias. Kapeluz, Buenos Aires, 1970.
- I.P.S. Curso de Introducción a las Ciencias Físicas. 2a. Edición, Reverté, Barcelona, 1974.
- SOLER, P. y NEGRO, A. Física Práctica básica. Alhambra. Madrid, 1973.
- OREAR, J. Manual Programado de Física Fundamental. Limusa México. 1971.

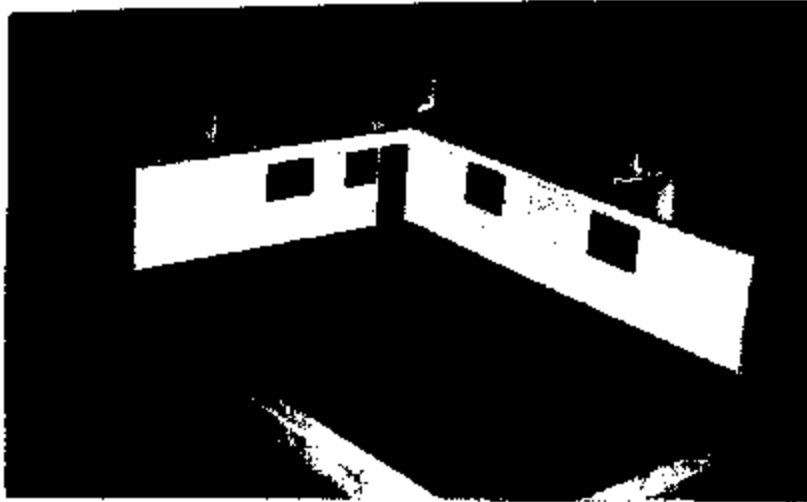
- MORGENAU, H. La naturaleza de la realidad física. Tecnos, Madrid. 1970.
  
- DAISH, C.B. y Feuder, D.H. Física Experimental para Estudios elementales y superiores. UTEHA, México, 1964.

Como necesidades varias detectadas, y con el objeto de que el laboratorio funcione de la mejor manera posible, figuran las siguientes:

1. Sería de gran utilidad la existencia de material audiovisual (Películas, diapositivas, etc.), que faciliten la labor del profesor en las clases introductorias y que podría complementar, e incluso, suplir, en algunos casos, a las experiencias demostrativas.
  
2. SE debe disponer de un almacén y de un pequeño taller que dará servicio al conjunto del laboratorio.
  
3. Se considera que el laboratorio deberá ser de dimensiones reducidas, dado que una sala pequeña, cómoda y funcional, invita más al trabajo sereno que si se trata de una sala grande en la que el alumno se sienta perdido.

### 3.8.1 Modelo del Laboratorio de Física

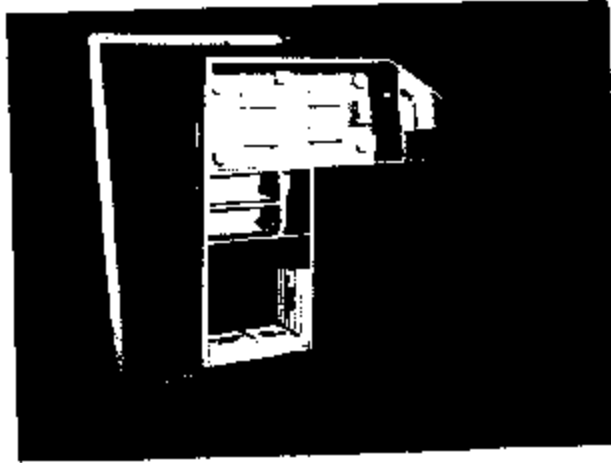
1. VISTA DEL ESPACIO DETERMINADO PARA EL LABORATORIO DE FISICA



2. VISTA LATERAL DE LAS DEPENDENCIAS DEL LABORATORIO DE FISICA



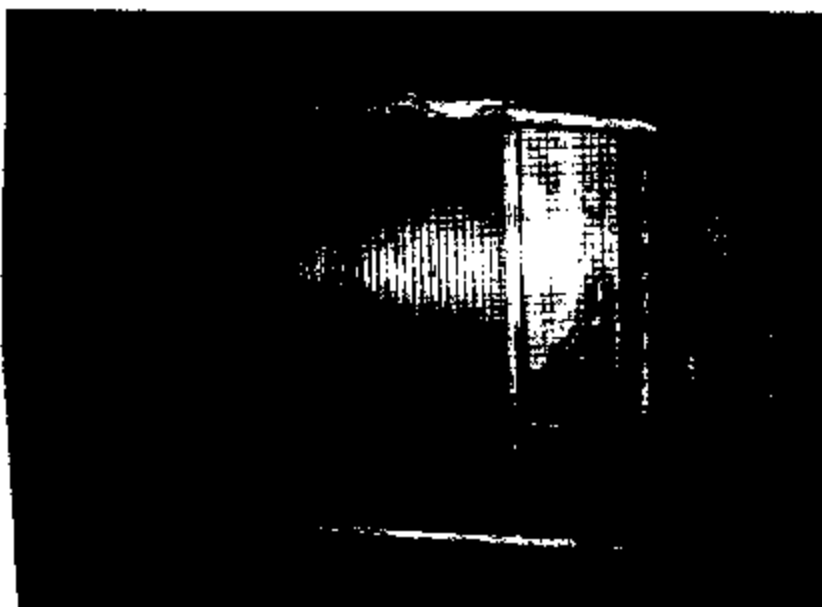
3. TOMA EN CONTRAPICADA DE TODAS LAS DEPENDENCIAS DEL LABORATORIO



4. TOMA EN CONTRAPICADA DE LA SALA DE TRABAJO



5. TOMA EN CONTRAPICADA DE LA BIBLIOTECA Y LA OFICINA DEL  
LABORATORIO DE FISICA





### 3.9 MEDIDAS DE SEGURIDAD AL REALIZAR EXPERIENCIAS DE LABORATORIO A CUALQUIER NIVEL

Parece aconsejable que al proponer un modelo de laboratorio de física para el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, se prevea en forma conjunta en la realización de los diferentes experimentos, ciertas medidas de seguridad que con el conocimiento previo por parte de los alumnos y profesores se evitarán futuros accidentes.

Las medidas de seguridad enumeradas, son aplicables a laboratorios a cualquier nivel; por lo tanto su aplicabilidad dependerá de las personas que asisten, los profesores encargados tendrán la misión no solo de programar las experiencias sino la responsabilidad integral de sus alumnos, en los cuales como seres humanos inquietos por la investigación habrán quienes manipularán los diferentes instrumentos sin ninguna prevención.

Se presenta a continuación las siguientes medidas especiales de seguridad a tenerse en cuenta:

1. Tener siempre ordenados y en el mismo lugar los instrumentos y materiales (un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar)
2. Manipular todos los elementos con precaución y desplazarse por el laboratorio con cuidado, sin movimientos bruscos.

3. Los principios de incendio se sofocan cubriendo el foco con un trapo mojado o arrojando chorros de soda (sifon).
4. Se evitará el uso de gas y de energía eléctrica domiciliaria; se utilizará la lámpara de alcohol y las pilas secas o acumuladores de automóviles.
5. Al hacer experimentos de óptica, cuidese de que los alumnos no miren a una fuente de luz puntiforme.
6. Al realizar experimentos de mecánica, sobre todo estudios acerca de la fuerza centrífuga, contrólense detenidamente las medidas de seguridad (instalación de rejillas protectoras, mantener suficiente distancia, etc.).
7. Los aparatos tienen que instalarse con firmeza y estabilidad (utilídense tacos de goma para las patas y además pies pesados en forma de T).
8. En las experiencias de termología, los líquidos inflamables no deben hallarse cerca de las fuentes de calor. Una vez que se haya vertido la cantidad necesaria, los frascos se cerrarán en seguida y se guardarán en el armario antes de iniciar los experimentos.

En cuanto a los experimentos eléctricos, son prevenciones de principio:

1. Se deberá tener especial cuidado con los experimentos donde se utiliza una corriente de alta tensión con transformador.
2. Las partes metálicas electrizadas que no estén aisladas no deben tocarse durante los experimentos.
3. Los alumnos nunca deben experimentar con tensiones superiores a los 24 voltios.
4. Para modificar la instalación, se debe desconectar la corriente eléctrica.
5. Antes de conectar la corriente eléctrica se debe revisar toda la instalación detenidamente.
6. Los experimentos con tensión de la red quedan reservados al profesor.
7. Un voltaje tan bajo como 20 voltios en corriente alterna, puede ser peligroso y sin duda alguna se han producido casos mortales con 60 voltios.

Los incrementos de la intensidad a través del cuerpo produce efectos que se han resumido como sigue:

- Asfixia debida a la contracción muscular.

- Fibrilación de los músculos del corazón.
- Parálisis de los centros respiratorios.
- Falla simultánea del corazón y de la respiración
- Daños en los tejidos por quemaduras, etc.

Al terminar la labor, dejar perfectamente limpio y ordenado el lugar de trabajo. Habrá recipientes para arrojar los residuos; jabón, toalla. Excederse en las precauciones para evitar cualquier posible accidente (especialmente sustancias tóxicas, inflamables, corrosivas, descargas eléctricas, etc.).

### 3.10 ALGUNAS EXPERIENCIAS POSIBLES QUE PUEDEN REALIZARSE EN EL LABORATORIO DE FISICA GENERAL, SEGUN LA ESTRUCTURACION PROPUESTA PARA EL COLEGIO NOCTURNO SAN JUAN BAUTISTA DE LA SALLE.

Las prácticas siguen una secuencia lógica y científica, pues están ordenadas de menor a mayor grado de complejidad, el de hacer que en el alumno se intensifique la investigación bibliográfica, el redescubrimiento y la comprobación de las principales leyes físicas.

A continuación se nombran algunas prácticas recomendables para el laboratorio de física en el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle.

- PRACTICA I. Interpretación de Mediciones
- PRACTICA II. Funciones y gráficas.
- PRACTICA III. Medida del espesor de una capa monomolecular.  
Aparatos de medida (nonio, calibrador, esferómetro).
- PRACTICA IV. Velocidad y aceleración
- PRACTICA V. Fuerza de fricción o roce.
- PRACTICA VI. Influencia de la fuerza y la masa sobre la aceleración (2 ley de Newton).
- PRACTICA VII. Masa Inercial y Gravitacional
- PRACTICA VIII. Fuerza Centrípeta
- PRACTICA IX. Transformaciones de la energía potencial gravitacional en energía cinética.
- PRACTICA X. Cambios de energía potencial.
- PRACTICA XI. Principios de Arquímedes.
- PRACTICA XII. Calor específico.

- PRACTICA XIII. Fusión y Solidificación
- PRACTICA XIV. Reflexión en un espejo plano
- PRACTICA XV. Imágenes formadas por un espejo cóncavo.
- PRACTICA XVI. Refracción
- PRACTICA XVII . Imágenes formadas por una lente convergente.
- PRACTICA XVIII. Refracción de partículas.
- PRACTICA XIX. Ondas en dos dimensiones
- PRACTICA XX. Ondas producidas por dos fuentes puntuales.
- PRACTICA XXI. Fenómenos eléctricos elementales
- PRACTICA XXII. Fuerza ejercida entre dos esferas cargadas.
- PRACTICA XXIII. Ley de Ohm
- PRACTICA XXIV. Cargas transportadas por iones en disolución
- PRACTICA XXV. Energía proporcionada por un motor eléctrico.
- PRACTICA XXVI. Campo magnético de una corriente eléctrica

A continuación se presenta un modelo de desarrollo de un experimento, el cual se da como guía en este trabajo:

#### Práctica V

Fuerza de fricción o roce.

#### Objetivo:

Encontrar cuantitativamente el coeficiente de fricción o roce entre dos superficies en contacto.

#### Contenido informativo:

Es importante saber describir el movimiento de un cuerpo cuando se aplica sobre él una fuerza constante.

La fuerza que siempre actúa en dirección contraria al movimiento se denomina fuerza de fricción o de roce; así, cuando dos cuerpos están en contacto existen fuerzas que se oponen al movimiento, las cuales representan las fuerzas de roce. Estas fuerzas no siempre son las mismas; son menores si el cuerpo que se va a mover tiene ruedas o si la superficie sobre la cual se va a mover es perfectamente lisa.

#### Material Necesario

##### 1. Transportador

- 3. pesas de ranura de 20 gr.
- 3. pesas de ranura de 50 gr.
- 1. tabla
- 1. metro de nylon
- 1. pesa de suspensión de 10 gr.
- 1. pesa de suspensión de 50 gr.
- 1. abrazadera con polea
- 1. bloque de madera
- 1. pesa de suspensión de 20 gr.

**Procedimiento:**

Instale el aparato teniendo en cuenta el cuidado que se debe tener al colocar el hilo que va del bloque a la polea quede colocado paralelamente a la mesa.

Coloque varias pesas en el portapeso hasta que el cuerpo (bloque que en ocasiones llevará algunas pesas encima) empiece a moverse deslizándose por la superficie de la mesa.

Se ilustrará este experimento con una figura, la cual dará mayor comprensión a quienes consulten:





Reporte de trabajo:

1. En la figura se muestra una fuerza aplicada al bloque, Cuál es el valor de la fuerza con que está siendo jalado el bloque?

---

---

2. Por qué?

---

---

3. En la figura, la cuerda se encuentra paralela a la mesa, Qué diferencia habría si la cuerda no estuviera paralela?

---

---

4. Cuál es el valor de la fuerza normal en la figura?

---

---

5. Ponga diferentes pesas en el bloque y hágalo resbalar por la mesa mediante las pesas que vaya añadiendo al portapesas. Anote en la Tabla de datos la fuerza normal y la fricción o roce para cinco o más cargas diferentes colocadas sobre el bloque.

TABLA DE DATOS

Fuerza normal	Fuerza de fricción
---------------	--------------------

6. Trace en papel milimétrico la Gráfica de fuerza normal en función de la fuerza de fricción y anéxela.

---

---

7. Por medio de la gráfica, determine el coeficiente de fricción ( ) entre el bloque y la mesa.

---

---

3.11 ELEMENTOS Y MATERIALES MINIMOS QUE DEBE CONTENER EL LABORATORIO DE FISICA GENERAL, EN EL COLEGIO NOCTURNO SAN JUAN BAUTISTA DE LA SALLE

Es importante que el laboratorio posea los elementos y materiales mínimos indispensables, con los cuales sea posible la realización

de las diversas prácticas dadas anteriormente. En el laboratorio habrá suficiente cantidad de elementos, de acuerdo con la capacidad de alumnos aproximadamente 35 en el modelo propuesto. Estos elementos serán de uso muy frecuente por los alumnos que asisten de 10 y 11 grados, del colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle. Entre estos elementos nombraré a continuación algunos, que el maestro señalará de acuerdo con la práctica.

- Lámpara de alcohol
- Tiza
- Caja de fósforos
- Regla métrica
- Escuadras
- 4 ó 5 objetos circulares
- Embudo pequeño
- Lupa o cuentahilos
- Chinchas
- Pedazos de papel carbón
- Bloque de madera
- Transportador
- Ladrillos
- Tachuelas
- Caiman miniatura
- Papel de filtro
- Papel de tornasol
- Pinzas de madera
- Gotero
- Recipiente con agua
- Corchos perforados y sin perforar.
- Cinta métrica de tela ahumada
- Cuenta gotas
- Broche de madera
- Alambres
- Cinta de papel delgado
- Metro de hilo nylon
- Carritos o patines
- Ligas (Bandas de goma)
- Hilo nylon
- Pinza de cocodrilo
- Clips
- Embudos grandes
- Cal sodada
- Ácidos

- Lámparas eléctricas para pila, con sus respectivos portalámparas
- Martillos
- Plastilina
- Arena
- Regla graduada
- Glicerina
- Anillos
- Base para barra
- Hojas blancas tamaño carta
- Cinta de papel blanco
- Pedazos de cartón
- Cajas de plástico semicircular.
- Balines de acero
- Pedazos de tela de lana
- Pedazos de tela de seda
- Laminillas de acetato
- Varillas de vidrio
- Arandelas
- Carretes de madera
- Bobinas
- Tornillos
- Pinzas metálicas
- Destornilladores
- Tenazas
- Alicates
- Serruchos
- Bolsas de plástico
- Mecheros
- Agitador
- Soportes
- Tela de asbesto
- Velas pequeñas
- Reglas de 30 cm.
- Hojas de papel milimétrico
- Alfileres
- Cinta de papel
- Rampas de madera
- Ligas
- Pedazos de tela de algodón
- Pines
- Esferas de plástico
- Tenazas de bureta
- Brújulas
- Frascos de diversos tamaños limpios, con tapas que cierran bien.

Entre los materiales que tendrá el laboratorio de física general, en el modelo propuesto para el colegio nocturno San Juan Bautista de la Salle, y que no sólo serán de uso individual, sino también para trabajos en grupo; en el desarrollo de las diferentes prácticas anotadas anteriormente, se nombrarán los más importantes:

- |  |   |
|--|---|
| - Probetas graduadas de 1 a 100 ml.        | - Probetas graduadas de 1 a 10 ml.  |
| - Balanza                                  | - Abrazaderas   |
| - Resortes                                 | - Pesas de suspensión de diferentes valores.                                    |
| - Timbre                                   | - Abrazaderas con polea   |
| - Ticómetro                                | - Abrazaderas para mesa   |
| - Pesas de ranura 50 gr. 20 gr.            | - Calibrador en Newtons   |
| - Dinamómetros                             | - Poleas  |
| - Cronómetros                              | - Esferas metálicas   |
| - Tubos de vidrio de 10cm. de largo.       | - Abrazaderas para barra  |
| - Plomadas                                 |   |
| - Probeta graduada de 1000 ml.             | - Vasos de precipitados de 1000 ml.   |
| - Tubos capilares de 20 a 30 cm. de largo. | - Termómetros   |
| - Matraz de fondo redondo                  | - Termómetros de gas a volumen constante. U.                                    |
| - Tubos de hule                            | - Tubos de vidrio de 1 cm <sup>2</sup> de área transversal. en forma de bastón. |
| - Calorímetro                              |   |

- Tubos de ensayo pequeños      - Espejos cóncavos  
  tamaños.
- Lentes convergentes            - Planos inclinados
- Placas de vidrio                - Reóstatos
- Pilas de 1.5 voltios            - Péndulo eléctrico
- Varillas de vidrio              - Resistencias
- Pilas de 6 voltios              - Voltímetros de 0 a 15 volt.  
  C.D.
- Interruptores de cuchillas      C.D.
- Amperímetros de 0 a 10 Ma.    - Voltímetros de 0 a 15 volts  
  C.D.                                C.D.
- Conexiones con caimán        - Baterías de 6 a 12 volt.
- Electrodo de cobre              - Pilas secas de 1.5 volt
- Pipetas

### 3.12 CONCLUSIONES

Todos tenemos conciencia de que los planteamientos tradicionales deben cambiar y no sólo tendrán que cambiar en un momento dado; sino que permanentemente debemos estar atentos al decurso de las actividades en el laboratorio, mediante el análisis del comportamiento seguido y de los resultados alcanzados por los alumnos, con el objeto de proceder a la introducción de los necesarios mecanismos correctores en la estructura organizativa y funcional del laboratorio. Tenemos muchos alumnos y pocos medios: pues habrá que despertar la imaginación y ver cómo podemos paliar las dificultades que en cada momento concreto se presenten.

Con esta descripción general, creo haber dado una idea somera acerca de la organización y funcionamiento de un posible laboratorio de física general, presentando su respectiva maqueta y plano, con las medidas a escala llevadas a la realidad.

La idea fundamental que me ha guiado no ha sido otra que el intentar conseguir un mayor aprovechamiento por parte del alumno, de los recursos humanos y materiales puestos a su disposición; haciéndoles comprender, al mismo tiempo, la importancia de su trabajo en las clases experimentales, del que si no se desarrollan con el rigor y la seriedad suficientes, no sería justo ni correcto exigir un rendimiento imposible.

En los cursos masificados, como es el caso de los que se incluyen en la física general en sus planes de estudio, se impone una revisión de la organización del laboratorio y del desarrollo de las clases prácticas, en orden a conseguir los resultados de aprovechamiento apetecidos, de acuerdo con las disponibilidades de recursos de cada momento; en estos casos, más que en ningún otro, es necesario proceder con criterios de racionalidad a la hora de configurar estructuralmente el laboratorio.

Tropezaremos siempre con dificultades que, a veces, se presentan como insuperables: el gran número de alumnos, pocos profesores, carencia de locales adecuados, escasez de equipos, dotaciones presupuestarias exiguas y esporádicas, etc. Sin embargo, la situa-

ción real no correspondiera a la situación ideal que he modelizado, podré, en cambio, intentar aproximarme asintóticamente a ella, y esto, creo, ya supone algo, y muy positivo por cierto.



Bibliografía usada en este capítulo:

CEID. Educación y Cultura. Bogotá, Impresora Gráfica. Nos. 1 y 2. Julio y Septiembre de 1984.

ALVARENGA, Máximo. Física General. México, Edit. Harla, 2 Edición. 1976.

COMITE PARA LA ENSEÑANZA DE LA FISICA (CEF). Física. Tomo I México, Limusa, 1975.

VALERO, Michel. Física Fundamental 1 y 2. Bogotá, Edit. Norma 1982.

FESQUET, Alberto. Enseñanza de las Ciencias. Buenos Aires. Edit. Kapeluz. 1971.

#### 4 CONCLUSIONES

En estos momentos en que se comienza a descubrir el grave problema de la calidad en la educación a todos los niveles en nuestro país, es hora de que se comprenda la dimensión tan amplia e importante de la práctica educativa. Es necesario reivindicar la acción inteligente, eficaz y oportuna del maestro. Hay que desterrar los perniciosos defectos que entraña un verbalismo acentuado y llevar al alumno a la elaboración de sus propios conceptos por la observación directa de los hechos. Que el estudiante elabore su ciencia, no que la encuentre hecha; que describa y relate lo que ve, y no memorice, que elabore sus lecciones, no que los recite ante el maestro, mientras sus compañeros permanecen inmóviles en sus bancos.

Los métodos de enseñanza moderna deben tender a dirigir todos sus esfuerzos, recursos y proyecciones a la observación de los fenómenos confundidos en la realidad objetiva, viviente, concreta, familiar a los estudiantes, que la vida real va haciendo desfilar ante sus sentidos, relacionados con sus necesidades, y que, en consecuencia poseen la cualidad de ser interesante para ellos, y obtener de la observación y de la experimentación, conocimientos

que sean transformables de normas de vida práctica.

Se ha dicho a lo largo del trabajo objeto de esta investigación, que nada es real salvo que pueda convertirse en parte de la experiencia humana. La totalidad de la física concierne a la experiencia humana antes que a una realidad independiente; por lo que la realidad física constituye un sector de la experiencia humana. Si bien esto es cierto, también es cierto que debemos ya los maestros de física en Colombia y a todo nivel, elaborar una didáctica para la escuela del futuro inmediato de esta generación; y una pedagogía de cambio, que capacite a los alumnos para hacer frente a las situaciones nuevas. La enseñanza de la física como ciencia experimental, es la directa responsable y constituye el recurso más idóneo de que pueda valerse la pedagogía para conseguir dicho propósito.

En estos años de permanente cambio y avances de la ciencia, los maestros de física no podemos permanecer con las viejas y aquiloneadas estructuras de los sistemas tradicionales. La enseñanza puramente informativa e intelectualista, basados en el libro y la palabra del profesor que dicta sus apuntes, memorística y pasiva, resumen de resúmenes, debe ser desterrado sin más tardanzas y reemplazada por una enseñanza activa, en la que el alumno sea a la vez protagonista y participe en la adquisición de los conocimientos por medio de la cuidadosa, sistemática y responsable observación, reflexión, la experimentación y la crítica.

Para terminar estas líneas finales de este trabajo de investigación sobre la didáctica experimental de la física, no he querido presentar como se acostumbra en la mayoría de trabajos escritos, un resumen de resúmenes, sino más bien unas ideas fruto del estudio y cuidadosa lectura y producto también de mis experiencias docentes sobre la apremiante necesidad de orientar las clases vivenciales de física a los estudiantes para que sepan observar, cómo es este mundo en que viven y pueden tener la oportunidad de aplicar su propia inteligencia, a la interpretación de los fenómenos, y caso dado una formación en la actividad y creatividad.

## BIBLIOGRAFIA

1. BUNGE, Mario. *Filosofía de la Física*. Editorial Ariel. Barcelona, 1982.
2. ————. *La Ciencia, su método y su Filosofía*. Buenos Aires. Ediciones Siglo XX, 1981.
3. PIAGET, Jean y GARCIA ROLANDO. *Psicogénesis e historia de la Ciencia*. México. Editorial Siglo XXI, 1982.
4. CERNUSHI, F. y SIGNORI, E. *Enseñando física mediante experimentos*. Buenos Aires. Eudeba, 1965.
5. FESQUET, E. J. *El Laboratorio Escolar*. Buenos Aires, Kapeluz, 1974.
6. SOLER, P. y NEGRO, A. *Física Práctica Básica*. Madrid. Alambra, 1973.
7. CEID. *Educación y Cultura*. Bogotá. Impresora Gráfica. Nos. 1 y 2, Julio y Septiembre, 1984.
8. ALVARENGA, Máximo. *Física General*. México. Editorial Harla, 2 Edición, 1976.
9. COMITE PARA LA ENSEÑANZA DE LA FISICA. (CEF). *Física*, Tomo I. México, Limusa, 1975.
10. VALERO, Michel. *Física Fundamental 1 y 2*. Bogotá. Editorial Norma, 1972.
11. FESQUET, Alberto. *Enseñanza de las Ciencias*. Buenos Aires Editorial Kapeluz, 1971.
12. I.P.S. *Ciencias Físicas. Introducción Experimental*. Cali Norma, 1974.
13. GANZER, Younger. *Laboratorio de Física*. Publicaciones Cultural, 1974.

14. EMMER, T. Edmund. y MILLET, B. Gregg. Docencia con laboratorio Experimental. Buenos Aires. Editorial Guadalupe. 1973.