

00323

27  
31

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"PROGRAMA DE LA MATERIA DE FISICA II PARA  
EL PLANTEL SUR DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y  
HUMANIDADES".

TESIS

QUE PARA OBTENER

EL TITULO DE

F I S I C O

PRESENTA

EDGAR MENDEZ PEDRERO

MEXICO, D. F.

1989.

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE

|  | PÁGINA |
|--|--------|
| INTRODUCCION.  | 4      |
| CAPITULO 1. <u>MARCO TEORICO-PEDAGOGICO GENERAL.</u>   |        |
| 1. Panorama Histórico de las diferentes corrientes educativas.                                 | 13     |
| 1.1 Escuelas Nuevas.   | 16     |
| 2. Concepción Sociológica de la Educación  | 21     |
| 2.1 Sociología Dominante   | 25     |
| 2.2 Sociología Crítica   | 24     |
| 2.3 Sociología Emergente   | 26     |
| 3. Bibliografía del capítulo 1   | 30     |
| CAPITULO 2. <u>LA EDUCACION EN MEXICO.</u>   |        |
| 1. De la Revolución hasta nuestros días  | 31     |
| 1.1 Antecedentes   | 31     |
| 1.2 Rasgos Generales desde 1910 hasta la creación de la Secretaría de Educación Pública (SEP). | 32     |
| 1.3 Período de 1931-1940.  | 35     |
| 1.4 Período de 1941-1958.  | 38     |
| 2. El Colegio de Ciencias y Humanidades. Caracterización.                                      | 42     |
| 2.1 Antecedentes   | 42     |
| a) Situación política y económica de la época. <u>Contexto Nacional.</u>                       | 42     |
| b) La tendencia de la política educativa en los años sesentas y setentas.                      | 44     |

|  |           |
|--|-----------|
| c) La Universidad en los años 60's. Reforma Universitaria.   | 46        |
| 2.2. Concepción Inicial del Colegio de Ciencias y Humanidades (C.C.H.)                                 | 50        |
| a) Proyecto para la creación del C.C.H. y de la Unidad Académica del Ciclo del Bachillerato (U.A.C.B.) | 52        |
| b) Reglamento y estructura del C.C.H.  | 54        |
| c) Objetivos del C.C.H.  | 56        |
| d) Planes y Programas de estudio del C.C.H.  | 57        |
| e) Metodología en el C.C.H.  | 59        |
| 2.3 Desarrollo del Colegio de Ciencias y Humanidades.  | 61        |
| a) Surgimiento   | 61        |
| b) Período de 1975-1979  | 64        |
| c) Período 1980-1988   | 65        |
| 2.4 Tendencias actuales en el C.C.H.   | 66        |
| 3. Bibliografía del capítulo 2.  | 69        |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO 3. <u>CARACTERIZACION DE LA FISICA.</u></b>  | <b>71</b> |
| 1. La física en el Nivel Medio Superior  | 71        |
| 1.1 Desarrollo Histórico de la Física.   | 79        |
| 1.2 Metodología de la enseñanza de la Física   | 95        |
| 2. Análisis Pedagógico   | 102       |
| 2.1 Características cognoscitivas y sociales del estudiante.   | 102       |
| 3. Propuesta de Programa   | 108       |
| 3.1 Antecedentes. Programas vigentes   | 108       |
| 3.2 Propuesta curricular   | 111       |
| 3.3 Modelo curricular.   | 114       |

|   |     |
|---|-----|
| CAPITULO 4. PROGRAMA DE FISICA II.                                | 120 |
| I.- INTRODUCCION  | 121 |
| II.- ACERCA DEL PROGRAMA  | 123 |
| III.- OBJETIVOS GENERALES DEL AREA DE CIENCIAS<br>EXPERIMENTALES. | 126 |
| IV.- OBJETIVOS GENERALES DE FISICA II.                            | 127 |
| V.- UNIDAD 1: DINAMICA  | 138 |
| VI.- UNIDAD 2: TERMODINAMICA.                                     | 178 |
| VII.- SUGERENCIAS DE EVALUACION.                                  | 196 |
| VIII.- BIBLIOGRAFIA PARA EL MAESTRO.                              | 205 |
| CONCLUSION.   | 206 |
| BIBLIOGRAFIA GENERAL.   | 210 |
| ANEXOS.   | 214 |
| GRAVITACION   | 214 |
| ABANICO DE FUERZAS.   | 218 |
| BALANZA DE LIGAS.   | 221 |
| DISCO DE BAJA FRICCION.   | 222 |

## INTRODUCCION.

Una de las actividades permanentes que debe realizar toda institución educativa, es la revisión y actualización de sus Planes y Programas de estudio.

Cuando el Colegio de Ciencias y Humanidades comenzó sus labores académicas en marzo de 1971, carecía de Programas bien estructurados. Se contaba sólo con "temarios" producto de la experiencia de algunos profesores. El trabajo académico en esos primeros años consistió principalmente en la formulación y revisión de programas de estudio, sin llegar a acuerdos generales; situación que aún persiste.

La institución también intentó resolver este problema, y es así como a través de su Secretaría de Planeación (SEPLAN), publica en 1979 un "Documento de Trabajo" donde concentra los "Programas" de cada una de las materias que conforman el Plan de Estudios del Colegio. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, de la institución y de algunos profesores de manera aislada o en grupos, en la actualidad todavía persiste el gran problema de la variedad de programas que para una misma asignatura existen, no sólo en los diferentes planteles, sino en un mismo plantel y aún en <sup>el</sup> mismo turno.

Es difícil que alguien pudiera dar una respuesta satisfactoria del interrogante del porque de esta situación; es una situación muy compleja. No es intención de este trabajo buscar una respuesta a este problema, sino más bien, proponer un Programa de estudio que sirva como documento base el cual será sometido a la consideración de los profesores que imparten la asignatura con el propósito de enriquecerlo y mejorarlo y sea adopta-

do por la mayoría de dichos maestros, al menos en el Plantel Sur.

Pero ¿qué se puede hacer para que esta propuesta de programa, no se quede en un mero intento, como ha ocurrido con otros?. Para ello se ha recopilado la experiencia de algunos profesores en todo lo relacionado con la materia de Física II. Además se le ha dado al programa una estructura, que permite tanto al maestro como a los alumnos, conocer, juzgar y retroalimentar los aspectos fundamentales del proceso enseñanza-aprendizaje, desde los contenidos mínimos necesarios para continuar estudios más avanzados o que sólo formen parte de la cultura general, considerando que no todos los alumnos que escogen esta materia la utilizarán en su formación profesional, hasta la "metodología" empleada, puesto que por medio de ella, se alcanzarán los objetivos propuestos en la asignatura y por la institución.

El quehacer educativo no se limita simplemente a proporcionar información, por parte del maestro, y el alumno a recibirla, sino que se pretende que el alumno sea el autor de su aprendizaje, bajo la dirección y apoyo del profesor. Entonces, siendo el estudiante el elemento más importante del proceso enseñanza-aprendizaje, es fundamental conocer el contexto social, económico, cultural y psicológico del alumno al cual va dirigido este programa.

Por lo anterior, es que en este trabajo se hace una descripción, aunque no muy profunda, de esos aspectos que rodean al hecho escolar en el nivel medio superior, para enmarcar las circunstancias que lo rodean. Esta es la razón por la que se contemplan los antecedentes históricos de las diferentes corrientes educativas; así como una descripción de la Educación en México,

considerando los aspectos políticos, económicos y sociales del país, a partir de 1910, puesto que ellos influyen poderosamente en el desarrollo de la educación.

En el primer capítulo, se presenta el desarrollo de las principales corrientes educativas que sentaron las bases para la nueva educación. Comienza con las ideas de Rousseau, pasando por las de Pestalozzi y Fröbel así como las de otros pedagogos de la segunda mitad del siglo pasado. Cabe aclarar que no en todos los casos se analizan sus aportaciones, sólo en los de Rousseau, Pestalozzi, Fröbel, Montessori y Piaget se resaltan sus trabajos. En los demás sólo se mencionan algunas de sus ideas renovadoras.

Los cambios que se dieron en la educación, que originaron las "escuelas nuevas", se refieren particularmente al aspecto metodológico y programático. Hasta las primeras décadas de este siglo, fué que se tomó en cuenta otros aspectos de la educación, influenciados por una serie de acontecimientos mundiales, como la primera guerra mundial. Se comenzó a considerar la problemática político-social que surge del papel que juega la escuela dentro de la sociedad y en este contexto aparecen algunas corrientes sociológicas de la educación que plantean cómo la escuela es utilizada por el Estado para manipular las ideologías o para reproducir los sistemas políticos imperantes en cada época, de un país. En este capítulo se analizan tres tipos de corrientes: la sociología dominante; la sociología crítica y la sociología emergente. La razón de incluir estos aspectos, se justifica por la necesidad de conocer cómo los cambios o reformas en la educación siempre obedecen a los cambios sociales, políticos y económicos que se dan en las sociedades. En el caso del Colegio de Ciencias y Humanidades (C.C.H.), este proyecto debió respon--



der a algunas necesidades de la sociedad mexicana de esa época, cuya interpretación se conoce haciendo un estudio del desarrollo de la educación en nuestro país.

Es por eso que el CAPITULO II narra esos cambios, desde la época de la Revolución Mexicana hasta los años setentas; se presenta un panorama general de la situación política, económica y social a partir de la llamada época del "Milagro mexicano" del desarrollo; así como la forma en que se ha ido transformando la educación, sobre todo la superior, en el país y la influencia que han tenido los diferentes movimientos estudiantiles.

En la segunda parte de este mismo CAPITULO II, se presenta una descripción de lo que fue el proyecto original del C.C.H., destacando aquellos puntos más sobresalientes que describen la estructura del Colegio. Se comienza con los antecedentes del proyecto, señalando algunos aspectos del panorama nacional en esos años, para justificar su creación. Se relatan los principales características del C.C.H., distinguiéndole como una alternativa educativa frente a la educación tradicional en el nivel medio superior, pero también como un instrumento del Estado que contribuyera a resolver las demandas de personal capacitado que el desarrollo económico del país estaba exigiendo desde la década anterior, ya que originalmente el C.C.H., se planteó como un nivel preparatorio para continuar estudios superiores y también con carácter terminal, a nivel técnico especializado.

En este mismo apartado, se presenta un análisis del desarrollo del C.C.H. en sus 17 años de existencia. La forma en que se han transformado las estructuras del Colegio, quizá no tanto en sus aspectos administrativos, sino en los académicos y con ellos, en los objetivos como institución, y del papel que juega dentro de la sociedad. La forma en que se han dado los cambios

en el seno del Colegio que han llevado a los organismos docentes (Áreas Académicas) a intervenir directamente y decidir en el desarrollo académico del Colegio, al menos en los primeros años, y la manera en que esos mismos organismos fueron perdiendo su intervención y fuerza en las decisiones del rumbo que debía tomar el C.C.H., debido a diversas causas, como algunas acciones de las autoridades universitarias que las llevó a recuperar esas instancias de organización y decisión, así como las confrontaciones internas en el sector académico, (como el sindicalismo universitario, por ejemplo), que propiciaron que el Colegio perdiera ese derrotero de nueva educación, que se había plasmado en su concepción inicial y que hasta la fecha, considero, no ha podido o no ha querido recobrar.

Para terminar este CAPITULO II, se presentan las tendencias actuales que tiene el C.C.H., como un reto para cumplir la misión educativa y social para la que fue creado. Una opción importante, lo mismo que para toda la Universidad, es el primer "Congreso Universitario", donde se presentarán las diferentes alternativas de diversa índole, para hacer del C.C.H. lo que se pretendió que fuera en un principio.

El propósito de este capítulo es el de situarnos históricamente, y así comprender el origen del proyecto C.C.H., así como su desarrollo; lo que es, y lo que pretende ser.

En el tercer CAPITULO, se presenta una caracterización de la Física con el fin de justificar su presencia en el plan de estudios del C.C.H. Se señalan sus características como objeto de estudio, así como las aportaciones que brinda al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya sea para que adquiera los fundamentos de esta ciencia y poder continuar estudios más

avanzados, o para que forme parte de su cultura general. Se hace énfasis en la necesidad de comprender y aplicar el método científico experimental, por parte del alumno, para enfrentarse a la búsqueda de soluciones que permitan cambiar la concepción que el ser humano tiene acerca del mundo y de sí mismo.

Después de su justificación, como objeto de estudio, se describe el desarrollo histórico de la física para que éste sea un auxiliar, o elemento más para el maestro en el proceso didáctico y el estudiante pueda complementar su educación, al conocer aquellos sucesos y nombres que hicieron posible que la física tenga el grado de desarrollo que hoy conocemos.

Aunque la descripción histórica se remonta muchos siglos atrás, sólo se narran aquellos temas que pertenecen a los contenidos del programa de Física II, el cuál es el motivo de este trabajo, como son los de Mecánica y Termodinámica.

Una vez definido aquello que ha de aprenderse, se tendrá que definir cómo habrá de realizarse, esto es, buscar la METODOLOGIA para la enseñanza de la Física. Es esto lo que se plantea en este capítulo, y siendo la Física una ciencia experimental, es obvio que sea la "Metodología Experimental" el camino seleccionado para el aprendizaje, aunque no el único; como ahí se señala. Es importante hacer notar que los protagonistas del proceso enseñanza-aprendizaje tengan presente que el uso del "método científico" no es una fórmula mágica para resolver cualquier problema; con esto se quiere decir que además de la práctica experimental, debe incluir el alumno, la investigación documental, la discusión grupal, la reflexión y otros procesos mentales que estimulen su creatividad y análisis razonado. Es a través de la metodología que se puede lograr que el alumno cumpla con los objetivos que se persiguen de la asignatura y de la institución.

Otro aspecto que se incluye en este CAPITULO 3 es el del conocimiento del alumno a quien va dirigido este programa. Has ta ahora se han señalado las características de uno sólo de los elementos de la relación enseñanza-aprendizaje, lo que se enseña, falta conocer al que lo aprende, el alumno. En este apartado se marcan pues, algunos rasgos de tipo social, económico y sobre todo psicológico del estudiante del C.C.H., desde los de primer ingreso hasta los de último año, que son a quienes se destinará este trabajo. La descripción que se hace es bastante somera, es una aproximación, pues sólo se pretende tener una idea más que nada del desarrollo psicológico del estudiante que habrá de enfrentarse a comprender los fenómenos físicos.

Se hace hincapie en el desarrollo psicológico según las teorías de Piaget acerca de los estudios de comprensión; se analiza el desarrollo de la etapa "formal de pensamiento" que es la que se supone que el estudiante de 5º semestre debe presentar, y pueda comprender el estudio de la naturaleza, que la física le ofrece.

A continuación, se hace una pequeña crítica a los "programas" vigentes de la signatura, señalando las deficiencias que presentan, así como algunos aspectos positivos que hay en ellos, aunque se puede afirmar que realmente no existe un programa que sirva al maestro y al alumno como instrumento para llevar a feliz término el proceso enseñanza-aprendizaje.

Ante esta realidad, es que se plantea este proyecto de programa que se encuentra precedido, en este mismo CAPITULO III, por una "propuesta curricular" que pretende justificar la estructura del programa. Aquí se describen las características de un "curriculum" destinado a enseñar ciencia, cuya principal vir

tur es de conducir al estudiante hacia una educación participativa, donde él sea el protagonista de su propio aprendizaje y el maestro un guía que aporta sus conocimientos y experiencias en el quehacer educativo. Se presenta el "modelo curricular" que se pretende que norme los criterios a seguir en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que además de sus propias características, requiere del "interés" del alumno para cumplir su cometido.

Este CAPITULO III, tiene entonces por objetivo, caracterizar el Area de Ciencias Experimentales, y a la disciplina (Física en este caso), como antecedentes esenciales para formular y elaborar la "propuesta curricular".

En el CAPITULO IV se presenta el programa de la asignatura, Física II, del quinto semestre del Plan de Estudios del CCH. Como se ha dicho antes, esta propuesta se fundamenta en la experiencia propia y en la de otros profesores de la materia que comparten este sentir, y pretenden ser consecuente con las características y finalidades del Colegio, donde se persigue que el educando sea el protagonista de su propio aprendizaje, que sea él mismo quién construya el conocimiento, y el maestro un orientador y compañero, que en base a su experiencia y madurez, canalice las acciones que en el proceso enseñanza-aprendizaje y mediante la metodología adecuada fomente en el alumno el sentido del análisis, de la reflexión, de la investigación y del cuestionamiento de la información recibida.

Como toda propuesta, este programa no cuenta con resultados probados, pues aún no ha sido comparado con otros programas que se llevan en el plantel, pues no se ha hecho un seguimiento o estudio sobre los resultados de los diferentes "programas" que existen. Las diferencias básicas entre esta propuesta y los que hay en la actualidad, no radica en los contenidos, y quizá

tampoco en los objetivos, sino en la "metodología empleada y sobre todo, en la actitud" que debe mostrar el maestro como parte de la formación integral del alumno del CCH.

## CAPITULO I.

### MARCO TEORICO - PEDAGOGICO GENERAL.

#### I.- PANORAMA HISTÓRICO DE LAS DIFERENTES CORRIENTES EDUCATIVAS.

¿ Qué es la educación ?; a través de la historia esta interrogante ha tenido diversas respuestas que obedecen a necesidades de diferente índole según haya sido la época que se considere. Para educar, se requiere de uno o varios métodos, sin embargo, la mayoría de los métodos antiguos o tradicionales tienen como propósito ajustar al niño al modo de vida de los adultos.

Como afirma Piaget en su obra "Psicología y Pedagogía", al definir los nuevos métodos de educación, "educar es adaptar al niño al medio social adulto, transformando la constitución psicológica del individuo en función del conjunto de aquellas realidades, a la que la conciencia común atribuye un cierto valor. Dos términos hay en la relación que constituye la educación: por una parte, el individuo en crecimiento y por otra, los valores sociales, intelectuales y morales en los que el educador está encargado de iniciarle."<sup>(1)</sup>

Para comprender los métodos educativos tradicionales y el surgimiento de los nuevos métodos en la educación, es necesario relatar los antecedentes históricos de las principales corrientes educativas. Aunque la actividad educativa es muy antigua, se puede señalar a la segunda mitad del siglo XVIII como la etapa que se ha llamado de los precursores y se caracteriza por ser individualista, idealista y lírica.

Entre los representantes más importantes de esta época destaca Juán J. Rousseau (1712-1778), quien llegó a la idea de que el desarrollo mental del niño está regulado por leyes constantes que lo hacen un ser sustancialmente distinto del adulto. Por tanto, la educación debería utilizar este mecanismo en lugar de poner impedimentos a su desarrollo. De este modo, Rousseau conforma una propuesta para aplicar la educación basada en la observación y en la experimentación y que lo demás lo encuentre por inducción, dejando entrever que el niño tiene sus propias formas de pensar, ver y sentir.

Rousseau pensaba que el desarrollo del niño pasa de edad en edad por estadios sucesivos, en los cuales cambia, como afirmaría Piaget años después, el interés, el desarrollo intelectual y moral y las actividades reales del niño; por lo cual Rousseau propone que cada edad y estado de la vida tiene su perfección conveniente y propia madurez, por lo cual los contenidos de la educación deben cambiarse según sea la etapa del desarrollo ya que con ellas va cambiando el interés y las motivaciones.

Para Rousseau, el interés constituye el motor del acto educativo. De aquí que cuando se enseña algo, debe responder a la curiosidad y necesidades del niño, esto es, a sus intereses. Esto ha sido una de las aportaciones más valiosas de Rousseau que fue retomada después por los iniciadores de las "nuevas corrientes educativas".

Finalmente es necesario mencionar la crítica de Rousseau a la "educación verbalista y libresca que impide la acción del niño y a la cantidad excesiva de información que debe ser sustituida por lo presente y no por lo demasiado, y se le debe dar en el momento apropiado o cuando lo necesite".(2)

Entre los continuadores de Rousseau destacan dos pedagogos que llevaron a la práctica las ideas de aquél a la escuela



la misma. Se trata de Pestalozzi (1746-1827) discípulo de Rousseau y Froebel (1782-1852) discípulo de Pestalozzi.

Este puso en práctica algunas ideas de Rousseau, pero con una variante importante ya que para él "la escuela es una verdadera sociedad en la que el sentido de las responsabilidades y las normas de cooperación son suficientes para educar a los niños sin que haya necesidad de aislar al alumno en un individualismo para evitar las contrariedades nocivas a los peligros que implica la emulación".(3) Con Pestalozzi el aspecto social adquiere un papel importante en el plano de la educación y la moral. Hay en él intentos de practicar una pedagogía experimental donde se efectúan observaciones diarias y se llevan a cabo registros de los resultados de los métodos pedagógicos empleados y de los efectos en el desarrollo psicológico de los alumnos. También ha cambiado la actitud de los maestros y de los alumnos al atenuar el autoritarismo de los primeros y desarrollando actividades espontáneas de los segundos

Continuador de Pestalozzi fue F. Froebel quien establece en 1840 el primer jardín de niños; con él nace la educación preescolar cuando considera la necesidad de escolarizar al niño quitándole a la familia la competencia para la fase de educación anterior a la escuela. En el jardín de niños se incorpora el juego y el ejercicio sensoriomotor al centro de la educación en esta edad siendo esto quizá lo más significativo de sus aportaciones en la educación.

Los hechos más relevantes de esta etapa, llamada de los precursores, pueden resumirse en lo siguiente: el descubrimiento de la significación funcional de la infancia y con ello la atención de las etapas del desarrollo intelectual y moral; el interés como motor de la actividad educativa; la importancia de la acción del niño con respecto a su aprendizaje el papel de la socialización como factor en el aprendizaje y

por último, la significación del juego.

Sin embargo en esta etapa no existe formalmente establecida una psicología del desarrollo infantil que permita la elaboración de los nuevos métodos. Cito se nota en Pestalozzi que estaba convencida de la necesidad de proceder de lo simple a lo complejo, cuando actualmente se sabe que el niño comienza por lo global e indiferenciado. Por su parte Froebel, pone poco interés en la idea de actividad y en la importancia del juego en la actividad sensoriomotora.

De una manera general, se ve que el principio de actividad y los cimientos de los nuevos métodos de educación se pueden rastrear en los trabajos de estos clásicos de la pedagogía a pesar de las diferencias que los separa de los métodos contemporáneos. Su conocimiento intuitivo o práctico de la infancia, careció de la psicología necesaria para la elaboración de las técnicas educativas realmente adaptadas a las leyes del desarrollo mental del niño.

Con esta descripción de los antecedentes, se tienen elementos para situar y explicar la aparición de nuevos métodos de la educación propios de la época contemporánea.

## 1.1 ESCUELAS NUEVAS.

A finales del siglo pasado cuando la psicología genética se desarrolla y se hacen más precisos sus conocimientos en el niño y el carácter activo de la infancia, se registra un amplio movimiento de renovación pedagógica. En diversos países se fue generando una tendencia a rechazar la educación tradicional y construir una educación nueva bajo otras concepciones. Así, los educadores se orientaron hacia la integración completa de la escuela. Es así como empiezan a aparecer gran cantidad de revistas y publicaciones que pretenden forjar un

nuevo proyecto educativo, como una gran cantidad de escuelas nuevas dónde se ponen en práctica esas nuevas ideas. Ejemplo de ello son: la escuela para campesinos que abrió León Tolstoi (1828-1910) basada en el principio de evitar las constricciones en el método pedagógico, este es, de "no intervención" en educación o principio de la "no violencia" que Tolstoi se tenía como supremo ideal. El maestro debe interesar al alumno, sin obligarlo nunca a demostrar un interés que no siente. De este modo Tolstoi pone en práctica su principio fundamental: "el resorte más eficaz es el del interés", por lo cual consideró la naturalidad y la libertad como condición fundamental y como medida de la calidad de la enseñanza. Es entonces, el interés uno de los criterios más importantes que rige a las escuelas nuevas que aparecen en Europa.

Quizá el impulso más eficaz para la renovación pedagógica europea lo dio la "pedagogía científica" al apoyarse esencialmente en nuevos conocimientos sobre el hombre y el niño, adquiridos por nuevas ciencias como la psiquiatría y la psicología. Los exponentes más representativos de esta nueva fase de la pedagogía son María Montessori (1870-1952) y Ovide Decroly (1871-1932). Montessori aplicó a los niños normales los métodos utilizados con niños mentalmente débiles suministrándoles ocasiones de libre organización sensorio-intelectiva, considerando la educación como autoeducación, esto es, como un proceso espontáneo por medio del cual se desarrolla dentro del niño "el hombre que duerme ahí" procurando al niño un ambiente libre de obstáculos y materiales apropiados (4).

Por su parte, Decroly adoptó las principales corrientes de la psicología contemporánea para anteponer al "antitecismo de Montessori el "globalismo" que, junto con la teoría del interés, constituye la característica fundamental del método de Decroly. El sentido general que para éste tiene el método "global" es familiarizar al niño con lo que le interesa, sin obligarlo prematuramente a analizar, a distinguir y a separar.

Aunque estas experiencias escolares se desarrollaron en diferentes países, se pueden reconocer líneas comunes en estas innovaciones:

- La aparición de un nuevo concepto de educación, la llamada "escuela activa", nombre dado por Pierre Bovet. Una escuela activa aprovecha la energía del niño con fines educativos, impulsando una educación basada en el interés que suscita y estimula el esfuerzo en el trabajo, y que excluye toda idea de programa impuesto y lo distingue de nociones con lo que podría confundirse como la curiosidad, el atractivo, etc. Así, el interés expresa claramente la relación entre las necesidades del sujeto y el objeto que satisface la necesidad. La educación no puede concebirse en un ámbito cerrado sino que debe llevarse a la vida cotidiana, a la naturaleza, para permitir al niño su mejor inserción en la sociedad. Pero esta apertura a la vida significa una organización que es eminentemente social y fraternal además de comunitaria, por ello la emulación quedará proscrita y se erradicarán las sanciones, "no más recompensas y castigos" dice Montessori (5), sino que hay que fomentar el espíritu de solidaridad y camaradería.

- La aparición de las actividades manuales; para Rousseau la acción y la sensación preceden al razonamiento. Montessori reconoce que "durante los estadios inferiores el niño aprende más por la acción que por el pensamiento; un material conveniente que sirva para alimentar la acción conduce más rápidamente al conocimiento"(6).

- La autodisciplina y el respeto a la individualidad. Coinciden estos educadores en reemplazar la disciplina exterior por la autorregulación del sujeto y del grupo.

- Finalmente hay que mencionar el cambio de actitud y el papel del maestro. La escuela nueva pretende desaparecer el autoritarismo de la pedagogía tradicional encarnado por los -

maestros reemplazándolo por la libertad de acción y democracia escolar.

En conclusión se puede decir que esta fase de la nueva educación, se distinguió porque todos sus autores se oponen al autoritarismo escolar y defienden la libertad del niño frente al educador y a la institución escolar propiciando así el nacimiento de la "escuela activa"

El desarrollo de la escuela nueva en este siglo tuvo básicamente dos centros europeos sobresalientes: Ginebra, Suiza cuyos representantes más importantes son Eduard Claparède, Adolfo Ferrière, Pierre Bovet y Jean Piaget. Por otro lado, en Francia los que dieron un gran impulso a la educación fueron los investigadores pertenecientes a la escuela de Langevin-Wallon

Ferrière fué uno de los promotores de la "nueva escuela" a través de revistas pedagógicas que se difundieron en diversos países. Pero el progreso efectivo de las bases científicas de esta nueva educación fué sobre todo obra de Claparède quien se dedicó íntegramente a la psicología del niño y además tenía como objetivo principal, promover en los educadores "el espíritu científico, es decir, la aptitud de maravillarse ante los hechos cotidianos de su vida profesional y el deseo de interrogar a esos hechos tratando de obtener una respuesta mediante la observación metódica y la experimentación"(7).

Por otra parte, Jean Piaget introduce en la escuela el concepto de educación funcional retomando la idea de Claparède de que el pensamiento infantil es estructuralmente distinto del pensamiento del hombre adulto. Por lo tanto, la educación debe poner en función las estructuras particulares de la mente infantil, pues sólo activándolas pueden desarrollarse hasta alcanzar las formas superiores de la inteligencia.

Piaget desarrolla el concepto funcionalista con su teoría de la naturaleza "operativa" de la inteligencia que se funda al principio en "operaciones reales" y después en "operaciones simbólicas". Así, realiza una audaz síntesis entre los aspectos intelectuales y sociales del desarrollo infantil: "de esa forma, cada operación es solidaria de un conjunto de cooperación social y la elaboración de las agrupaciones operativas constitutivas de la lógica misma no son más que las dos caras de una misma realidad" (3).

Piaget puso mucho énfasis en la necesidad de lograr una pedagogía experimental, como consecuencia de que el resultado mismo de la educación ha sido olvidado de manera sistemática, se sabe muy poco de lo que la escuela enseña realmente, de lo que verdaderamente queda, una vez que los detalles que los exámenes obligan a fijar en la memoria se han olvidado, por esto es necesario elaborar esa pedagogía que responda a esta necesidad y ligada a investigaciones interdisciplinarias, Piaget impulsó en muchos sentidos su labor científica.

De esta manera se puede apreciar cuales fueron las aportaciones que estos pensadores hicieron a la "nueva escuela", que junto con otros como Freinet y Wallon, sentaron de una manera sólida una teoría del desarrollo psicológico que respalda la nueva concepción educativa, permitiendo avanzar con firmeza en una propuesta educativa que se ajuste a las leyes del desarrollo psicológico del educando y que adopte los contenidos y los métodos educativos a las características de aquellos.

## 2.- CONCEPCION SOCIOLOGICA DE LA EDUCACION.

Después de la descripción breve del desarrollo histórico de las diferentes corrientes educativas, que abarca un período de cerca de dos siglos, desde Rousseau hasta Piaget, se puede afirmar que la polémica en torno a la escuela, siempre estará abierta.

En el punto anterior sólo se hizo una narración de la evolución de los aspectos relacionados exclusivamente con los métodos educativos. En esta parte se hará un análisis del papel que la escuela juega en la sociedad a la que pertenece. Cuando se habla de escuela se refiere a todos los niveles de los diversos sistemas de enseñanza, desde los más elementales hasta los más avanzados. En todos esos niveles existen problemas que crecen y se hacen más complejos; las contradicciones se acumulan y generan frustraciones entre sus miembros. Los planes de estudio se superponen, las condiciones de trabajo son inadecuadas, faltan espacios y materiales, los medios económicos son insuficientes y sobre todo, una marcada divergencia - entre las exigencias institucionales y las necesidades individuales y sociales. Sin embargo, esta situación en la educación no es nueva, sino que cuenta con una larga tradición histórica como se describió en el apartado anterior; pero esas "escuelas nuevas" no atacaban la problemática político-social que la escuela lleva consigo al desempeñar un importante papel dentro de la sociedad a la que pertenece.

Sólo en los últimos 50 ó 60 años, con el avance de la humanidad y basados en las innovaciones de algunos pedagogos es que las críticas han florecido de manera muy especial. De todas esas diferentes críticas se pueden establecer tres grandes grupos que engloban la mayor parte de las ideas que pretenden cambiar la concepción tradicional de "escuela".

El primer grupo está constituido por un conjunto de auto-

res que pretenden reformar la escuela tradicional desplazando al maestro como centro de importancia y poniendo al niño en su lugar. Nacida en el último tercio del siglo XIX, esta corriente se ha desarrollado hasta el momento actual. Conscientes de las insuficiencias de la pedagogía tradicional, estos autores buscaban en la reforma de la educación la transformación de la sociedad. Los cambios que proponen son en gran parte metodológicos: métodos activos en lugar de la pasividad que la pedagogía tradicional había instaurado; tomar como punto de partida al niño y adaptar a ellos los métodos y los contenidos.

El segundo grupo de autores se conforma al presentar un frente común en contra del autoritarismo escolar, y en consecuencia, pugnar por la libertad del niño frente al educador y a la institución. Esta corriente defiende la libertad como principio, medio y fin: la educación debe basarse en la libertad, debe realizarse en la libertad y debe tender a la libertad del individuo.

El tercer grupo de autores está constituido por una serie de pensadores marxistas que se han ocupado del problema de la escuela. Su perspectiva es fundamentalmente sociopolítica y una de sus mayores preocupaciones hace referencia al papel que la sociedad asigna a la escuela, a la función social que ésta cumple. Ponen de manifiesto cómo la crisis escolar es un reflejo de una crisis sociológica más profunda, esto es, cómo el funcionamiento de la escuela es un reflejo de la sociedad, que la ha hecho nacer y desarrollarse.

Estos tres puntos de vista de la crítica hacia la escuela se pueden trasladar a un panorama más amplio, como es el de la sociedad en su conjunto. Se puede constatar que estos tres tipos de crítica se reproducen hacia la sociedad solamente considerando otros conceptos sociales más extensos tales como: sociedad, educación, cambio social y papel de la educación para el cambio social.



Las tres corrientes que existen dentro de la sociología -- de la educación que servirán para caracterizar el papel que la escuela juega dentro de la sociedad son: "una sociología dominante, una sociología crítica y por último una sociología emergente" (3).

## 2.1 SOCIOLOGIA DOMINANTE.

Esta corriente sociológica existe tanto en los países desarrollados como en los dependientes y tiene como razón más importante concebir a la sociedad como "racional" y "democrática". Es racional porque responde a una necesaria división del trabajo que origina a su vez una jerarquización en el proceso productivo puesto que hay tareas de distinta responsabilidad, con distintas habilidades. Es democrática porque toda la población tiene las mismas oportunidades de llegar a desempeñar las tareas racionalmente definidas.

De esta conceptualización de sociedad industrial: racional y democrática, se desprenden los parámetros que norman la educación, eficiencia y calidad. La educación se vuelve una actividad para que la sociedad progrese, crezca y se reproduzca. - El sistema escolar de selección se reproduce a su vez, en las distintas ramas y niveles de la estructura productiva al seleccionar a quienes tienen las mayores y mejores habilidades para las diferentes jerarquías ocupacionales.

Sin embargo, el éxito escolar está determinado por el nivel socioeconómico de los individuos y éste a su vez está ligado con el tipo de instituciones, recursos, tipo de escuela, de maestros, etc. Existe relación entre el nivel socioeconómico y las calificaciones, el aprovechamiento, la reprobación, inclusive con las habilidades intelectuales y el deseo de estudiar.

El factor determinante de esta sociología de la educación

es el concepto de "subdesarrollo" de los pueblos. Es por eso - que se le encomienda al sistema escolar, formar la mano de obra calificada que pueda insertarse en todas las ramas de la economía en general, así como también la capacitación ejecutiva, y a su vez formar a quienes tienen la capacidad directiva.

En suma, la sociología dominante se puede caracterizar por presentar una sociedad: "industrial, racional y democrática" - en la que para sobrevivir debe darse una necesaria división -- del trabajo, jerarquía que implica distintas posiciones sociales, que requieren distintos grados de preparación y distintas habilidades para su desempeño. El realizar estas funciones implica a su vez una recompensa social en términos de ingresos económicos, acceso a determinados bienes y servicios, status o prestigio entre la población y exige que las personas que las ocupan sean seleccionadas de acuerdo al mérito y al rendimiento que tengan, tal como se mide en el sistema escolar.

## 2.2 SOCIOLOGIA CRITICA.

Esta corriente sociológica concibe a la sociedad con dos características fundamentales: 1) la sociedad dividida en clases y 2) el concepto de dependencia.

1) Es una sociedad dividida en clases por presentarse como un conjunto de relaciones sociales que se establecen entre los hombres para la producción y reproducción de su vida social. - Está integrada en un todo a través de la hegemonía política, económica y cultural de uno o varios grupos que ejercen el control y dominio sobre los demás grupos.

2) El concepto de dependencia, al menos en América Latina, tiene un origen histórico de violencia política y militar, formal y legalmente aceptado en el marco internacional de la época.

ca e históricamente legitimada como conquista y sobre todo como colonización, por los países dominantes. Actualmente existe una relación de subordinación legalmente aceptada entre -- los países dependientes y los altamente industrializados; ya no es aceptada la violencia política o militar, al menos formalmente.

Bajo esta conceptualización de sociedad, se caracterizan los rasgos de educación en los puntos de vista de esta corriente sociológica.

La educación es imprecisa y vinculada al concepto de "Aparato Ideológico de Estado" ya que, como plantea Althusser, -- "en el sistema escolar, en la práctica pedagógica, en los contenidos de la enseñanza, en los fines mismos de la escuela -- se hayaca una clara determinación de clase"(10). La escuela es un aparato cuya función es reproducir el sistema de explotación y la perpetuación de la división de la sociedad en explotados y explotadores o burgueses y proletarios.

Según esta corriente, una sociedad de clases se caracteriza porque:

- No hay tal igualdad de oportunidades de acceso y sobre todo de permanencia dentro del sistema escolar.

- Los contenidos de la cultura escolar son totalmente alejados de la realidad y no permiten una transformación de la misma.

- El conocimiento escolar y su certificación legal, conceden a quienes lo ostentan un importante elemento para acceder a las diferentes posiciones ocupacionales.

- Los conocimientos no son los que determinan un aumento de la productividad sino que más bien la escuela proporciona

básicamente una cierta interiorización de valores y de lealtad para el desempeño de un papel social particular en el sistema de explotación.

- Los que obtienen el certificado escolar más alto y provienen de las posiciones sociales más favorecidas, reproducen la estructura de clases, pero legitimada ante la sociedad.

El sistema escolar habrá de responder a las demandas objetivas del aparato productivo que va a determinar la escasa demanda de recursos humanos calificados.

El énfasis de la sociología crítica radica en conceptualizar a la educación como un Aparato Ideológico de Estado, y si bien diagnostica de manera acertada cuál es la relación que se da entre el sistema escolar y la clase dominante de una sociedad y cuáles son los elementos principales y los mecanismos a través de los cuales se da esta relación en los países dependientes, tiene una gran pobreza en cuanto a la propuesta de alternativas educativas.

### 2.3 SÓCIOLOGIA EMERGENTE.

Esta corriente conceptualiza la educación como un fenómeno propio de cualquier grupo social, y surge como una necesidad de conocer la sociedad a partir del análisis de la educación pero no de la educación escolar, sino precisamente de la educación para aquellos que no tienen acceso a la escolaridad formal y empieza a tener su conocimiento de la realidad social a partir de las condiciones de vida del oprimido.

El conocimiento del proceso educativo es además, de más amplio, más vinculado a la realidad, no es conocimiento "académico", sino que resulta de la inserción a esa realidad.

Su común denominador es la búsqueda de una verdadera ciencia de las clases dominadas, además de una práctica liberadora, en oposición a las propuestas educativas de la ideología de las clases dominantes.

Los múltiples esfuerzos educativos hechos por las clases oprimidas requieren todavía de un esfuerzo teórico muy grande que para empezar, sistematice las características y los métodos de todas estas experiencias y a partir de una evaluación del conjunto logre explicar la forma en que se vinculan con la totalidad social porque además de que se orientan a variados aspectos, estas experiencias parten de proyectos políticos muy distintos: diferentes grupos de izquierda, teología de la liberación, humanismo radical y grupos coyunturales, organismos nacionales e internacionales.

La sociología crítica tiene la suficiente riqueza teórica para la explicación de la sociedad como para contribuir a una explicación más completa del proceso educativo que supere el diagnóstico que se ha hecho de la educación dominante.

un enfoque sociológico necesario tendría que vincular la concepción de la sociedad para un análisis concreto de la educación, es decir, buscar las características propias de la educación como un fenómeno en que interactúan distintas dimensiones, una individual y una social y cuyos contenidos y procesos se ven mediados por instituciones sociales que representan distintos grados de vinculación con la clase en el poder.

Ante esta descripción de esas tres corrientes sociológicas de la educación y siendo México un país que durante muchos años ha dependido y en la época actual sigue dependiendo de otros países para su desarrollo, considero que el Estado mexicano utiliza al sistema educativo para reproducir y renovar el sistema político, económico y social. A través de sus diferentes niveles educativos genera y prepara los elementos neco

sarios para que el país "progrese y crezca"; con la educación básica inculca los "ideales" del sistema político y justifica su existencia; en la educación media y media superior, prepara los técnicos y mano de obra calificada que la industria demanda. En la educación superior se surte de los cuadros políticos que mantienen y reproducen la ideología dominante que nos gobierna.

En nuestro país la relación educación-sociedad es un fenómeno muy complejo. Por un lado, el sistema escolar en realidad no da cabida a todos los que solicitan un lugar en él. -- Por otro, los que logran entrar no tienen garantizada su permanencia en el sistema. Esto lo demuestra la gran deserción escolar, que se inicia desde la primaria hasta el nivel superior; el promedio de escolaridad de la población mexicana es hasta tercer grado de primaria. Quizás la mayor causa de la deserción escolar sean, además del fracaso escolar, los problemas económicos de la población, aunado al hecho de que la educación ya no es una vía para obtener mejoras económicas y sociales, tal como acontecía hace unos 25 ó 30 años. Otras actividades que no requieren preparación académica retribuyen económicamente más que las profesiones universitarias. Esto ha provocado que la división de clases en el país ya no se genere, en gran medida, por la educación, sino por la situación económica de los individuos y grupos sociales producto de la política del aparato gubernamental.

Complejo es pues, el papel que la educación juega dentro de nuestra sociedad. Si de desea cambiar la función que la escuela tiene para con los individuos y la sociedad en su conjunto, considero, desde mi punto de vista, necesario modificar nuestro sistema de gobierno. La tarea no es fácil ni gratis, puesto que es el sistema político el que dá vida, mantiene y controla al sistema escolar y por lo tanto de ahí no van a surgir los cambios.

Entonces, ¿cuál es nuestro papel como educadores que somos?, ¿cómo parte fundamental del sistema escolar?.

Nuestra función no sólo es la de informar, sino también - la de formar. Formar al estudiante desde una perspectiva más amplia, que no se quede tan sólo en el aspecto académico sino que se le presente una proyección de la vida social en la que estará inmerso en su vida profesional. Mostrarles que la educación no está desligada de la vida social, sino que es un me dio para conseguir otros fines, ó alimentar el sistema políti co, económico-social del país.

Esa labor en el aula es difícil de llevar a cabo porque - se anteponen los fines propios de la educación (contenidos, desarrollo de habilidades, etc.) a esa visión social global que se pretende. Se presupone que la formación escolar sólo debe ser "académica" y se le otorga a la escuela un papel aparte - del contexto social al que pertenece; esta situación obstaculiza nuestra labor, en parte porque las mismas instituciones educativas obligan a ello; o quizás también porque nuestra -- propia formación es producto de esa concepción de escuela, -- que sólo nos inculca como fin último obtener mejoras económicas y sociales sin importar cual sea la situación del grupo - social al que se pertenece.

## REFERENCIAS CAP. I.

- 1.- Piaget, Jean. Psicología y pedagogía. 4 ed. Barcelona, Ariel, 1973. p. 157
- 2.- Palacios, Jesús. La cuestión escolar: críticas y alternativas. 2 ed. Barcelona, Laia, 1980. p. 47
- 3.- Piaget, Jean ... op. cit. p. 162.
- 4.- Abbagnano, Nicola y Visalberghi, A. Historia de la pedagogía. México, Fondo de Cultura Económica, 1964. p. 665.
5. Gilbert, Roger. Las ideas actuales en pedagogía. 2 ed México, Grijalbo, 1977. p. 93.
- 6.- Piaget, Jean ... op. cit p.174.
- 7.- Abbagnano, Nicola y ... op. cit. p. 671.
- 8.- Ibid. p. 672.
- 9.- Ibarrola, María de Enfoques sociológicos para el estudio de la educación. México, CEE - CEEST, 1980. p. 2-3
- 10.- Ibid. p. 25



## CAPITULO II

### LA EDUCACION EN MEXICO

#### 2.1. DE LA REVOLUCION HASTA NUESTROS DIAS

##### 2.1.1. ANTECEDENTES

Aunque en nuestro país siempre ha existido la enseñanza desde la época prehispánica, se ha escogido este período de nuestra historia para describir los avances de la educación en México, porque a principios del siglo XX más del 80% de la población era analfabeta y el país se encontraba en un estancamiento respecto a la educación y la cultura. No es de extrañar que al triunfo militar de la Revolución, los constituyentes de Querétaro se preocuparan por hacer llegar la educación a las grandes masas, al plasmar entre los primeros artículos de la constitución, el derecho del pueblo a educarse y la obligación del Estado a impartir la enseñanza gratuita.

En esta parte, se hará entonces, una descripción a grandes rasgos del desarrollo de lo que se llamó "educación popular" en México, en un período que va desde la terminación de la revolución de 1910 hasta la década de los años setenta, señalando la influencia tan importante en nuestro actual sistema educativo.

Se entiende por Educación Popular esa tendencia que agrupa de manera general esfuerzos gubernamentales, colectivos no gubernamentales o privados, reclamando al derecho que los diversos grupos tienen sobre la educación y la cultura.

## 2.1.2 RASGOS GENERALES DESDE 1910 HASTA LA CREACIÓN DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (S.E.P.)

Antes del movimiento armado de 1910 la educación en México estaba al alcance sólo de una fracción muy pequeña de la población. No había esfuerzos por educar a los campesinos ni a las grandes masas de la población de las ciudades; tenían acceso a la educación, los ricos y clase urbana. El panorama se completa mencionando que casi no existían escuelas en el medio rural, que en las escuelas que existían se ofrecía una educación que no correspondía a normas generales y que el monopolio clerical de la educación seguía intacto (1).

Esto explica, como se mencionara antes, que una de las primeras exigencias de la revolución, después de pedir la tierra y la libertad política, fueran escuelas. Entre los años de 1910 a 1917 son escasos los avances en educación; se pugna porque el pueblo tenga acceso a la escuela, aunque sólo sea a nivel primario; leyes y decretos apenas si pueden formularse y se cometen errores como el indiferentismo de los gobiernos y la mala organización del sistema que dejaba la educación en manos de autoridades menores, que aunque realizaron progresos como lo muestra la acción de algunos gobernantes tales como Alfredo Elizondo de Michoacán, Francisco J. Múgica en Tabasco y Salvador Alvarado en Yucatán, provocó serias divisiones y fomentó el provincialismo con resultados funestos; y aún errores más graves como la supresión del Ministerio de Institución Pública. Sin embargo los ideales educativos de la Revolución empiezan a tomar forma.

Carranza comienza los debates sobre el carácter que deberá tener la educación y formula el proyecto del artículo tercero constitucional que establece que la educación primaria debería ser gratuita y laica; y apoyado en el artículo 123 constitucional, el Estado obliga a las empresas privadas a propor-

cionar educación a los obreros y a los hijos de éstos; se restaura a los municipios la obligación de fomentar la enseñanza en todos los sitios del país. Se sientan así, con la constitución política mexicana, las bases jurídicas de la democracia en México y con ello, el derecho del pueblo a la cultura.

Con el gobierno de Alvaro Obregón aparece la estabilidad en el país, y se inicia la política educativa con la idea de llevar la enseñanza a todos los rincones de la república siendo necesario la creación de la Secretaría de Educación Pública en septiembre de 1921 para que la labor de educar al pueblo sea única, homogénea y controlada por el Estado. Al mando de la S.E.P. queda José Vasconcelos quién con energía y auténtico deseo de educar al pueblo, da inicio a una campaña contra el analfabetismo bajo los auspicios de la Universidad y con los intelectuales como maestros voluntarios. Comienza un programa amplio de educación rural para "integrar" al indio a la cultura europea preservando al mismo tiempo alguno de los elementos más valiosos de la cultura mexicana. Bajo este plan maestros especiales llamados misioneros fueron enviados a diversas regiones del país. Al final de la administración de José Vasconcelos, en 1924, había 1039 escuelas federales con 1194 profesores y 65,000 estudiantes repartidos en el país, así como más de 100 misioneros que se ocuparon de enseñar a leer, a escribir y aritmética complementando con historia y geografía. Estos planes educativos se enfrentaron a serias dificultades, por un lado, la iglesia católica y el sistema de haciendas que pretendían continuar con su dominio ideológico y económico, y por otro lado, la falta de maestros con adecuada preparación para la enseñanza. Para solucionar esto último la S.E.P. creó entre 1922 y 1925 la escuela normal rural que contribuyó de manera vital al desarrollo de la escuela rural, siendo instrumentos importantes de cambio social y cultural. Estas escuelas, junto con las llamadas --

misiones culturales (1923), contribuyeron a la formación de muchos cuadros que participaron en los movimientos sociales - de aquellos años.

En este período surgió una corriente conocida como el -- "indigenismo", doctrina que expresaba un nacionalismo, una - reivindicación de las tradiciones comunales del campesinado, y un interés por la cultura del pueblo. Uno de los campos sociales donde tuvo mayores expresiones ésta doctrina fué en el campo de la educación. En efecto, desde Manuel Gamio que creó la casa del estudiante indígena en el Distrito Federal, que fracasó por cierto, hasta las "escuelas rurales", en los que John Dewey trabajó en 1926 a invitación de Moisés Sáenz (subsecretario de educación en ese entonces) y cuya concepción era: "la integración social, la difusión de la conciencia nacional y de adaptación de la educación a las necesidades del campesinado" (2).

Los logros de este período en materia de educación, -- fueron impresionantes y si en 1921 no había casi escuelas rurales, en 1931 había 6,300 con 424,000 alumnos y el presupuesto que se destinaba a la educación era del 13%.

En cuanto a educación superior el panorama era el siguiente: al finalizar el período del presidente Plutarco Elías Calles ( 1924-1928) se contaba con cinco universidades, además de la Universidad Nacional, la Universidad de Puebla --- (1917), la Universidad Autónoma de Michoacán, la Universidad del Sureste (1922), la Universidad a Guadalajara (1925) y la Universidad de San Luis Potosí (1923), todas ellas expresión de un impulso que intentaba extender la educación a los diversos sectores sociales arrebatándosela, principalmente, al clero.

origen en este proyecto educativo y junto con ello la creencia en la fuerza de la educación para responder, primero a los problemas más urgentes de los campesinos y segundo, crear los cuadros técnicos desde las aulas para capacitar a la población en los avances tecnológicos que eran necesarios para industrializar al país. El plan educativo tuvo dos aspectos, uno centrado en la educación urbana, cuyo eje fue la educación técnica y en la que el Partido Nacional Revolucionario tuvo gran interés en desarrollar, ya que serviría para mejorar las condiciones de vida de los trabajadores al posibilitarles el entrenamiento en actividades industriales y comerciales y además el nacionalismo económico puesto que existía un reducido número de mexicanos que poseían capacitación técnica y este número no era suficiente para cubrir la demanda de los negocios establecidos en México, esto inhibía el crecimiento económico y hacía que la economía nacional permaneciera en una situación de dependencia hacia el extranjero; era necesario entonces una educación diseñada para relacionarse con los grandes problemas de la economía nacional. Y la piedra angular de la educación técnica fué la creación del Instituto Politécnico Nacional que era una Institución al nivel de la Universidad, que estaba precedido, por la prevocacional y la vocacional.

Otra medida importante, tomada por Cárdenas, el control de la educación secundaria; en 1935 la S.E.P., asumió la administración de la educación secundaria, pública y privada, continuando así la política de avanzar en la educación socialista (que se intentaba imponer a las escuelas privadas) y hacer que la educación fuera accesible y útil a una mayor parte de la población.

Un aspecto también importante fué el de la educación rural, que en la gestión de Cárdenas, tuvo un cambio de orientación en sus funciones, convirtiéndose en un importante vehí-

culo para comunicar la política oficial, así como los centros de formación ideológica y activismo político. Además de ello se profundizó en ligar el aprendizaje con el trabajo productivo y la acción social, para conseguirlo las escuelas debía de ayudar a organizar cooperativas de producción y de consumo donde fuera posible. Para 1940 existía 800 cooperativas y más de 12,208 escuelas rurales (4).

Se crearon también las Escuelas Regionales Campesinas, mezcla de escuelas centrales agrícolas y las normales rurales, con internado mixto cuyo objetivo era producir tanto maestros rurales como campesinos con preparación técnica práctica. Estas escuelas alcanzaron gran éxito, de hecho fué la única rama de la educación donde se obtuvieron resultados del plan sexenal, aún con las dificultades que provocó la expropiación petrolera en cuanto al financiamiento de la educación.

Junto con la educación rural, Cárdenas impulsó la educación a los indígenas, haciendo hincapié en una educación especial para ellos con el fin de proteger su cultura. creando el Departamento de Estado de asuntos indígenas, que coordinaba el trabajo dirigido a los indígenas. Reorganizó los centros de educación indígena orientándolos como escuelas vocacionales de agricultura y al finalizar 1939 había 29 de estos centros.

Con Cárdenas se cierra una época para la educación que se caracterizó por los intentos, algunas veces concretizados y otras veces no, de poner en práctica los ideales más progresistas del movimiento armado de 1910.

Cuando Manuel Avila Camacho se hace cargo de la presidencia de la República, se inicia otra visión de la educación en México. Educación que capitalizó los desaciertos de la política educativa de 1930 a 1940 y el ascenso de las fuerzas políticas que se opusieron a la educación popular.

A partir del régimen de Avila Camacho, la educación popular en México experimenta un serio retroceso, que se acelera en los años de 1940 en el régimen de Miguel Alemán. Estos doce años propiciaron la consolidación de la llamada "Iniciativa -- Privada", que es orientada al progreso de la industria, del comercio y servicios sobre todo en el medio urbano, que tuviera como contraparte una reducción de la inversión del gasto social. En efecto, si Cárdenas destina 12.6% del presupuesto nacional, Avila Camacho lo disminuye al 10.2% y Alemán aún lo baja más, al 8.3% (5).

Al mismo tiempo los educadores privados amplían sus servicios. Surgen así la Universidad Autónoma de Guadalajara, el Instituto Tecnológico de Monterrey y la Escuela Química -- Berzélius ( hoy Universidad Iberoamericana); que cumplen la -- función de formar los cuadros necesarios que requerían las industrias protegidas por Avila Camacho y Alemán.

Avila Camacho promulgó una ley de emergencia contra el analfabetismo e intentó resolver el problema de la falta de escuelas con el primer programa federal de construcción de escuelas que se continúa con Alemán, sin embargo, al finalizar el período de Miguel Alemán de cada 100 niños, 92 no lograban concluir la primaria y solo uno llegaba al nivel profesional y en 1953 el analfabetismo alcanzaba el 42% y las actividades alfabetizadoras habían sido abandonadas.

En los años cincuenta se consolidan los grupos minoritarios o grandes capitalistas, provocando la transición de un Estado revolucionario hacia un Estado mediador de los compromisos populares. Las diferentes actividades económicas, absorbían los frutos de los ideales educativos de los caudillos de la Revolución. Los centros urbanos se convirtieron en focos de atracción para los residentes rurales, que buscaban el bienestar económico.

En 1950, México contaba con cerca de 26 millones de habitantes, con el 57.4% en el campo y el 42.6% en las zonas urbanas(6). De este total, el 32.36% era económicamente activa; casi toda la población masculina en edad de trabajar estaba empleada, siendo esta época, una de las de mayor tasa de empleo en la historia del país. "con la nueva estrategia de los presidentes moderados, la política económica tenía un apego -- sin precedentes. La educación popular quedaba relegada, negando así la función educativa como factor determinante del desarrollo." (7)

En estos años la política estatal se encaminaba a llevar al país hacia la modernización, ocasionando un estancamiento en la educación impidiendo con esto disfrutar de los beneficios de la cultura a las grandes mayorías del pueblo.

El partido en el poder transformó las leyes y principios constitucionales utilizando su posición privilegiada y protegida por el mismo estado para formar la oligarquía nacional a través de la posesión de la tierra, o de negocios millonarios. El P.R.I. "institucionalizó" la Revolución sometiendo el ideal de los caudillos a una situación de poder, capaz de dictar la dinámica social y económica a través de normas y valores impuestos a toda la población por los criterios de los gobernantes y legitimados por la estructura del mismo partido.



Esta política del gobierno, produjo grandes cambios económicos y sociales en el pueblo. La educación no podía abstraerse a estos cambios, y así la educación superior, Universidad Nacional, Insituto Politécnico, sufrieron diversos cambios en sus programas de estudio e investigación. Además se presenta un nuevo aspecto a considerar; el crecimiento de la clase media en esta época, provoca el resurgimiento de las instituciones privadas de educación superior. Los religiosos recuperan los privilegios que habían perdido bajo los gobiernos de los caudillos de la Revolución. La educación se hace elitista. Nacen el Insituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, en Guadalajara, La Universidad Lasalle y la Universidad Anahuac, en la Ciudad de México. La educación superior recobra su tradición conservadora bajo la dirección de sacerdotes católicos, y se dan a la tarea de formar, los cuadros que habrán de ocupar los puestos ejecutivos y de administración en la iniciativa privada y en la burocracia. La educación privada juega entonces un papel importante como complemento a la educación impartida por el Estado, ya que tiene estudiantes de la clase media y alta, restando así, la obligación del gobierno de proporcionar la educación, disminuyendo éste el presupuesto destinado a este renglón, de las necesidades del país. "Esta reducción de presupuesto para educación, desde el período de Avila Camacho hasta el término del sexenio de Ruíz Cortines, sería la causa fundamental de los problemas que padecemos actualmente y de las incongruencias que resultan de los avances del desarrollo tecnológico, la prosperidad económica de las grandes ciudades y una amplia población rural o semiurbana aún esclava de la ignorancia y la miseria" (B).

El surgimiento de la clase media, sólo se explica como una consecuencia del auge del capitalismo en el país. A partir de 1940 se inició un proceso que no tiene igual en otra nación latinoamericana; se produjo lo que se dió por llamar

"milagro mexicano". Las tasas de crecimiento son impresionantes en este período; hay años en los cuales llega al 9%, muy por encima a lo observado en la mayoría de los países capitalistas avanzados (9). En este período la producción industrial crecía a mayor velocidad que la producción total. México entraba a la era industrial.

Sin embargo, los especialistas no tardaron en advertir que el "milagro mexicano", no sólo era distinto al alemán o al japonés sino que más bien era opuesto. Se basaba en un modelo económico conocido como "desarrollo estabilizador" que no hacía más que agudizar las contradicciones entre el estado y la sociedad a través de sus órganos de dominación, principalmente de los organismos sindicales adheridos al gobierno. Se brindó fuerte protección a la inversión extranjera que se encontró con una gran productividad por las largas jornadas de trabajo y lo bajo de los salarios. El avance económico de México era notorio, no obstante, la educación superior era privilegio de sólo unos cuantos.

En esta situación, se llega a la década de 1960, para finales de ella se empieza a gestar la creación del C.C.H., como se verá en el siguiente apartado.

## 2.2. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES. CARACTERIZACION.

### 2.2.1 ANTECEDENTES.

Este punto se refiere a lo que ha sido, y es el Colegio de Ciencias y Humanidades ( en lo sucesivo, C.C.H). Se hace una descripción de la situación nacional en los años sesenta y setenta que es cuando se concibe el proyecto C.C.H.

#### a) Situación política y económica de la época

Como se vió en el apartado anterior, el problema educativo ha sido tratado de muy diversas formas, según sea la ideología del gobierno en turno y la situación política y económica del país.

Al iniciarse la década de 1960, el modelo económico que imperaba en el país era el llamado el de "desarrollo estabilizador". El estado se enfrentaba a un problema: mantener el equilibrio entre el desarrollo económico y la sociedad que lo propiciaba. Había fomentado el crecimiento de los sectores -- improductivos y las clases medias; y por otro lado, la industria nacional no era capaz de mantener el ritmo de su crecimiento. ¿Cómo impedir que este desfase no se transformase en inflación? ¿cómo evitar la crisis de sobreproducción?. Las medidas que se tomaron fueron: el endeudamiento público, para la estabilidad y fluidez a las reformas sociales (educación, salud, etc.) y la protección al capital. Otra medida -- fue el camino libre a la inversión extranjera.

En relación con la economía rural, también se tomaron -- medidas, como la restauración de los "ejidos colectivos" ; -- así como formas de cooperación entre los ejidos y los pequeños propietarios como condición indispensable para reorganizar y revitalizar la economía rural.

Este auge mexicano del capitalismo, se apoyó en una serie de acciones que garantizaban la reproducción de todo el sistema; estas acciones o medidas fueron la incorporación y colaboración

de los dirigentes y organismos sindicales a la tutela de Estado, a cambio de concesiones a la burocracia sindical.

Para mantener esta política de dominación y desarrollo, el Estado disponía, de entre otros, de un instrumento eficaz para reproducir el sistema político mexicano, la escuela. Con la aplicación del plan de once años, se pretendió la conducción del "proceso mental y emocional" de los escolares. -- Las escuelas públicas fomentarían un espíritu responsable, y "de amor a la verdad", los niños aprendían labores fáciles -- que se repelían en su hogar y en la escuela. Se tenía como objetivo inculcar el amor a la patria y apreciar el valor de la libertad y de la solidaridad. Es precisamente esa falta de alternativas para conformar entre los estudiantes una línea de pensamiento crítico, capaz de tomar acciones responsables en un país joven, en plena construcción de sus verdaderos valores, la causa de desorientación nacional y confusión política. Ante el avance de la industrialización el Estado predicaba el uso de la inteligencia y las aptitudes creadoras, para prepararse a servir al pueblo con laboriosidad y sentido cívico. Intentaba interesar al niño en su medio geográfico, en la economía y las estructuras sociales y culturales del país, las escuelas despertarían el sentimiento de colaboración, conservación y desarrollo de los valores y recursos que el medio ofrece. Una altruista y tolerante participación en la vida familiar, escolar y comunitaria, era requisito indispensable del proceso de gestación académica de hombres integrados a su época y su realidad.

De esta manera, el Estado pretendía crear la ideología que le permitiría, reproducir el sistema de desarrollo y dominación en el futuro.

El desarrollo económico del país en esta época, no sólo trajo efectos sociales, sino que una parte de la población se resistió a los intentos del gobierno para incorporarlos a los organismos de control y al partido en el poder. Estos sectores

fueron los trabajadores de la salud y los universitarios, quienes con sus movimientos memorables de 1965 y 1968 respectivamente, hicieron cimbrar las estructuras gubernamentales y dieron a conocer el descontento del pueblo en contra de sus gobernantes.

b) La tendencia de la política educativa en los años sesentas y setentas.

En 1952 de cada mil niños inscritos en la primaria, sólo uno llegaba al nivel profesional (10), como privilegio de unos cuantos que podrían disfrutar de las magnificas instalaciones que ofrecía la recién construida Ciudad Universitaria, donde se preparaban los futuros profesionistas que el país necesitaba para enfrentar a la problemática nacional. El estudiante universitario solo buscaba terminar una carrera, para quedar inmerso en una sociedad de consumo, estimulada por una deficiente formación académica ya que, ni el profesorado, ni la tendencia educativa en el México de esa época, se distinguieron por una tradición formativa de valores intelectuales transmitidos pedagógicamente en las aulas, éstos, sólo se adquieren por el disciplinado rigor del pensamiento crítico unido al compromiso social de la nación. En otras palabras, no se tenía una orientación definida para fundamentar los contenidos formativos de la enseñanza que se impartían en las aulas universitarias.

Aunado a esta situación, el crecimiento de la población, trajo consigo un aumento sustancial en la matricula de las universidades, con ello, los problemas se multiplicaron. Las actividades científicas necesitaban instalaciones adecuadas que no existían por falta de recursos. La industria y la tecnologías mexicanas se desarrollaban con gran dependencia del extranjero. Se necesitaba reformar la estructura educativa para satisfacer la demanda de personal capacitado que exigía el desarrollo y la dependencia tecnológica.

En el mandato de Adolfo López Mateos se trató de dar respuestas a las exigencias educativas. Es en este período cuando aparecen los libros de texto gratuitos que fueron obligatorios para los grados del primero al cuarto, así como también se incrementaron en número los desayunos escolares. Se establece el plan de once años, programa que pretendía garantizar a todos los niños del país la educación primaria, el Estado estaría en disposición de ofrecer un lugar a todo niño que solicitara un lugar en las escuelas primarias. Se intentó reformar los métodos de enseñanza; se incrementó notablemente el número de escuelas y se dotaron a muchas de ellas de talleres y laboratorios.

Se intentó que la educación en las zonas rurales fuera igual que en las zonas urbanas, pues los maestros debían conocer la lengua materna para incorporar a los alumnos a la lengua española, creándose el servicio de promotores culturales y el Programa Nacional de Centro de Capacitación para el trabajo. Al finalizar la gestión de López Mateos había disminuido de manera satisfactoria el analfabetismo e incrementado el número de libros de texto gratuitos.

En el sexenio de Díaz Ordaz (1964-1970) hubo un descenso en casi una cuarta parte de la tasa de crecimiento escolar ya que entre 1958-1964 el sistema se incrementó en un 64.4% y entre 1964-1969 el crecimiento fue de 15% menos, baja que afectó a las universidades y otros centros, el movimiento estudiantil de 1968 significó la crisis más importante en décadas de aparente tranquilidad y obligó a Díaz Ordaz a proponer una "profunda reforma"; sin embargo no hubo acciones importantes y sólo se continuaron las acciones que se iniciaron tiempo atrás.

En este sexenio se crea el servicio nacional de adiestramiento rápido de mano de obra (ARMO), cuyo objetivo era capacitar instructores que dieran cursos a las empresas; se inició a sí mismos la "Campaña" de alfabetización por radio y televisión

a cargo de la Dirección General de Educación Audiovisual que comprendía los grados de 4°, 5° y 6°, dicha Dirección puso en servicio 270 aulas rurales móviles para llevar a los niños de las rancherías de menos de 100 habitantes la enseñanza de los grados iniciales. Sin embargo, los datos de 1970 -- muestran que el 23% de la población era analfabeta.

Como se menciona al inicio de la descripción de este inciso es historia la necesidad de ejercer los derechos de la mayoría de la población al saber y a la cultura; las acciones desarrolladas en el sentido de llevar la educación a amplias capas de la población son escasas y son producto de la presión social que se ejerce sobre el aparato escolar por parte de los sectores marginales, en algunos casos, y en otros a la imposibilidad del estado de abandonar completamente las respuestas que -- el movimiento de 1910 hizo dar a los reclamos de la población mexicana.

c) La universidad en los años sesentas. Reforma universitaria.

En la década de 1960, la validez de la ideología de la Revolución Mexicana y el espíritu de unidad nacional que pregona**ba**, empezó a resquebrajarse. En gran parte, esto se debió a -- los universitarios, quienes ocuparon, al menos en esta época, el lugar que de hecho, pertenecía a las clases fundamentales -- de la sociedad burguesa, y se transformaron en portavoces de -- sus intereses fundamentales.

La historia de los enfrentamientos de los estudiantes con el Estado se remonta hasta los años de la década de los veinte**s**, cuando se luchó y consiguió la autonomía. A través de todos los regímenes surgidos de la Revolución Mexicana hasta -- nuestros días, los universitarios han reivindicado sus propias demandas o los han hecho extensivas a las demandas de carácter

social. En casi todas las Universidades del país, así como en la Universidad Nacional, Instituto Politécnico Nacional, Normal de maestros en el Distrito Federal., han surgido movimientos en contra del estado el cual empleó la represión como única vía para resolver los conflictos universitarios, en la mayoría de los casos.

Sería muy largo de enumerar todas y cada una de las luchas estudiantiles que se han dado en el país. Sólo se hará una descripción de la situación en que se encontraba la UNAM en la década de los años sesentas así como las transformaciones que se dieron en su seno como producto de la movilidad social de la época. Los egresados de una carrera profesional -- que deseaban realizar estudios de posgrado en especialidades científicas, debían necesariamente hacerlo en el extranjero, pues el desarrollo de las actividades científicas carecía de instalaciones adecuadas y de investigadores especializados -- que aún no se formaban en el país. Por otro lado, no se había desarrollado una tecnología propia y esta situación nos obligaba a depender del extranjero.

A principios de la década de los sesentas, los estudiantes de primer ingreso, encontraban una universidad burocratizada y corrupta. Los planes y programas de estudio, poca o ninguna relación tenían con la realidad nacional. Los académicos, debido a los bajos salarios, tenían que desempeñar otras labores, lo que provocaba que no se ocuparan de lleno a la docencia; no existían o era escasa una infraestructura de apoyo didáctico -- como, bibliotecas, laboratorios, asesorías, etc. Al estudiante sólo se le ofrecía un título útil, pero los estudios no sólo no les ayudaban a comprender la realidad, sino que no satisfacía sus necesidades más esenciales de preparación profesional.

Es entendible entonces, que una buena parte de los movimientos estudiantiles de esos años, tuvieron como propósito



principal, obtener mejores condiciones de estudio, y democratizar las estructuras internas de la Universidad, como el fallido movimiento de 1963 para derogar los exámenes de admisión a la UNAM. En su afán por democratizar las universidades, los movimientos estudiantiles se transforman en francos-enfrentamientos con el Estado, de tal forma que los movimientos se salen de los recintos universitarios e incorporan a --campesinos, trabajadores y pequeños comerciantes. El gobierno de López Mateos no sólo intenta disolver a los sectores democráticos universitarios por la fuerza sino que promueve un aumento de la población estudiantil en la educación superior. Entre 1950 y 1965 el gasto educativo per cápita se duplicó, --52.35 a 106.59 pesos (11), se aumentaron los centros educativos; se mantuvieron bajas las cuotas de inscripción y exámenes. En lo que se refiere a las clases sociales que componía el estudiantado de la universidad, en 1954, el 10% estaba constituido por hijos de obreros calificados, el 60% por "clase media" y el 30%, provenían de familias ricas del país. (12). A pesar de esta situación de "avance" la estructura interna de la Universidad permanecía sin cambios incluyendo el desempeño académico y el nivel de estudios.

Pero si bien los movimientos estudiantiles pugnaban por reivindicaciones universitarias, lo cierto es que las proporciones que alcanzaron esos movimientos, indican la existencia de móviles más poderosos. Las razones que explican el auge de las fuerzas democráticas en la universidad, son la influencia de la internacionalización de la cultura y la crisis de la ideología de la Revolución Mexicana; ya que el primer proceso --provocó un evidente desfase entre las prácticas "paternalistas y populistas" de la cultura y la política dominante. El segundo, abrió la posibilidad de convertir este desfase en una --práctica política de la democratización, universitaria primero, y después ante el Estado mismo. Estos dos procesos juntos, causaron verdaderos estragos a la ideología dominante, --

al menos en el ámbito universitario. Su influencia comenzó a adquirir carácter nacional, en las universidades del país ligando el movimiento universitario con las luchas populares, - como se manifiesta la alianza con el movimiento campesino democrático; la solidaridad con la lucha de los médicos de 1965, o la solidaridad con las mismas luchas universitarias en el país, o la solidaridad internacional como fué con la guerra de Vietnam.

El gobierno respondió a estas luchas, la mayor de las veces con la represión. El empleo del ejército y la policía, fue el modo operandi de la política gubernamental para resolver estos conflictos. Por sí fuera poco, el gobierno restringió el gasto destinado a la educación superior, haciendo cada vez más difícil la labor académica. Estas medidas engendraban a su vez más descontento, para cuestionar la estructura global de la universidad; el movimiento universitario comenzaba a cobrar un carácter nacional. Uno de los movimientos más representativos de esta situación, lo fué el de 1966 que culminó con la caída del rector Ignacio Chávez. Este conflicto tuvo sus raíces en la crisis académica, cultural, ideológica y administrativa -- por la que atravezaba la UNAH. Aunque el inicio del problema -- fué por un incidente en la Facultad de Derecho, pronto se hizo extensivo a toda la Institución, y las exigencias iniciales se cambiaron a una revisión o fondo de la ley orgánica y el Estatuto académico, transformaciones en los planes de enseñanza -- media y otras peticiones que harían una nueva Universidad. Durante las acciones de este movimiento, surge una organización estudiantil, el C.E.U., o Consejo Estudiantil Universitario, -- que se puede considerar como antecedente del Consejo Nacional de Huelga que jugaría un papel determinante en el movimiento estudiantil más importante de las últimas décadas, el de 1968. El surgimiento del CEU se originó por las contradicciones existentes en la Universidad, que desenmascararon un despotismo ascendente la forma de gobernar, y evidenció la necesidad de una pro

funda reforma universitaria.

El destino final de estas contradicciones será el estallido del movimiento estudiantil de 1968.

### 2.2.2. CONCEPCION INICIAL DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.

Al finalizar la década de los sesentas, el Estado encuentra que sus espacios de acción, han disminuído por el desgaste del modelo de desarrollo y la aparición de sectores de la población en el escenario político, no incluido en el sistema estatal. El estado perdió el control sobre ciertos sectores del sistema político-económico-nacional, provocando una ineficiencia del esquema de poder para lograr consensos, exhibiendo encambio, los rasgos más autoritarios del aparato gubernamental.

La ruptura del equilibrio sobre el cual descansaba el estado mexicano, se debió básicamente a dos factores: la crisis -- del patrón de acumulación que operaba desde hacía más de dos -- décadas, P.I.B.: 6% de 1940-1968, 5.7% en 1969 y 3.4% en --- 1971 (13), el índice del Producto Nacional Bruto y del Producto Industrial decrecen rápidamente, la inflación comienza a -- hacerse presente junto a un aumento en el desempleo y al deterioro de las exportaciones. Entre 1969 y 1971 la situación -- económica estaba sometida a un proceso inflacionario que la -- llevó al estancamiento y a la recesión.

El segundo factor fue el deterioro de la imagen presidencial tras la represión a los movimientos, de los médicos en el 65 y el estudiantil en 1968, se dió una crisis de prestigio y confianza en el poder político que originó una pérdida de consenso en los sectores medios del país.

La recomposición del equilibrio roto exigía al gobierno -- la implantación de un vasto plan de reformas; al régimen de --

Echeverría correspondió iniciar el proceso

Las medidas concretas tomadas por el gobierno abarcaban distintos ámbitos de la estructura del Estado. Se expande la injerencia estatal en el sector económico. Se da apoyo a la política agraria y la diversificación del mercado externo. Para recuperar el consenso perdido, se implementan políticas rígidas a los grupos no vinculados directamente con el Estado, así como también a los sectores organizados en el sistema. Se buscó, con la llamada "apertura democrática", el diálogo con los estudiantes e intelectuales; aparece una notable ampliación de la burocracia y de nuevos cuadros de funcionarios altos y medios, en su mayoría jóvenes y algunos provenientes de la misma generación que puso en entredicho la democracia estatal apenas unos años atrás.

La educación no podía ser la excepción. La política educativa de este régimen tenía entonces, dos objetivos: conciliarse con los sectores disidentes del 68 para atraerlos de nuevo al sistema y el otro, modernizar la economía y la política del país. La modernización educativa ocasionó una nueva crisis en ella, debido a la incapacidad del sistema educativo nacional para producir los cuadros técnicos que el desarrollo capitalista del país reclamaba en ese momento. Una de las circunstancias que alentó el desarrollo modernizante a través de la creación de nuevas instituciones, fué el fracaso político de la administración de Pablo González Casanova en la UNAM, que fué a su vez el fracaso de la modernización democrática, desarrollada desde el interior mismo de la Universidad Nacional. González Casanova proyectó una reestructuración progresiva de la UNAM que incluyó la creación de nuevas instituciones como la Universidad Abierta, que ofrecía la posibilidad de educación superior a cierto sector de trabajadores, y la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades, institución de educación media superior concebida sobre un planteamiento filosófico dis-

linto al positivista dirigido a "acabar con la enseñanza pu-  
ramente, o especializada, con las separaciones artificiales -  
del conocimiento científico y humanístico" y a "eliminar de -  
raíz la división del trabajo intelectual que obstaculiza la -  
percepción de las totalidades históricas y naturales" (14).  
Desde el punto de vista sociológico, el C.C.H. surge del aná-  
lisis de la misma Universidad en una época de transición debi-  
do a las transformaciones que se daban en la sociedad mexica-  
na. Desde el inicio de los setentas, la Universidad se distin-  
gue por buscar fórmulas que vayan de acuerdo con las nuevas -  
condiciones del país, ya que las existentes presentaban serias  
limitaciones en el esquema académico e institucional que ---  
resultaba inadecuado para comprender a una Universidad de ma-  
sas.

a) Proyecto para la creación del C.C.H. y de la U.A.C.B.

El 26 de enero de 1971, por acuerdo del Consejo Universi-  
tario, se crea el Colegio de Ciencias y Humanidades. Se pre-  
senta como una nueva posibilidad educativa que tiene por fina-  
lidad formar al estudiante que ingresa al nivel medio superior  
de acuerdo a las necesidades del desarrollo social y científí-  
co nacional, en dos categorías: preparatorio y terminal, esto  
es, el C.C.H. no sólo serviría de puente escolar entre la Uni-  
versidad y la secundaria sino que se proponía tener sus pro-  
pias terminales educativas de nivel medio y superior.

El desarrollo actual del conocimiento científico y huma-  
nista necesita, para su conocimiento, del dominio de diversos  
lenguajes y métodos que la enseñanza tradicional ofrece con -  
ciertos límites o fronteras. Es por eso que uno de los objeti-  
vos esenciales de la Universidad, en esta época de 1970, --  
era el de intensificar la cooperación disciplinaria e interdi-  
sciplinaria, entre especialistas, escuelas, facultades e Ins-  
titutos de investigación. Esto significa, aprovechar mejor -  
los recursos de la Universidad para que ésta adquiera mejores

condiciones para crear y difundir un saber profundo y universal.

Con este proyecto de combinar la enseñanza en los niveles medio superior, licenciatura y posgrado, se cumplirá mejor sus funciones de impartir enseñanza y fomentar la investigación científica que requiera el propio desarrollo de las ciencias y el país mismo. La creación del Colegio de Ciencias y Humanidades, tiene entonces, el propósito de llevar a cabo la enseñanza y la investigación científica de una manera diferente a la existente en el nivel medio dentro de la institución. "Una de las características esenciales del Colegio deberá ser su flexibilidad, y fácil adecuación a las necesidades e iniciativas futuras de cooperación entre universitarios, y el generar y auspiciar constantemente iniciativas de cooperación e innovación" (15).

Entre las razones que justifican la realización del proyecto C.C.H. se pueden mencionar como prioritarias, el aumento en la demanda de educación media superior y la necesidades de la institución de satisfacerla lo más amplia y eficientemente que le sea posible. Pero ¿Por qué no crear más planteles de la Escuela Nacional Preparatoria?; la universidad debe cumplir sus objetivos académicos de acuerdo a las necesidades del desarrollo científico y social, además ofrecer nuevas opciones o modalidades en la enseñanza interdisciplinaria y de cooperación en el ciclo de bachillerato; esto redundará en preparar al estudiante para seguir distintas alternativas; continuación de estudios de investigación, o incluso su incorporación rápida al mercado de trabajo. Por esto es necesario que el estudiante se forme en el dominio de algunas disciplinas fundamentales: las matemáticas, el español y los métodos científicos-experimentales e histórico-social, que le proporcionarán una educación básica para aprovechar las alternativas profesionales o lo capacite para realizar algunas actividades de carácter técnico-

que no requieren la licenciatura debido a que en este ciclo se combina el aprendizaje en las aulas, con el adiestramiento en el taller y en los centros de trabajo. Esta forma de concebir al C.C.H., hace que éste se diferencie de la Escuela Preparatoria, en varios aspectos; primero los planes de estudio, en el Colegio se distinguen por su carácter interdisciplinario y por la conjunción metodológica que aportan cuatro facultades universitarias: Ciencias Políticas, Filosofía y Letras, Química y Ciencias. Segundo la combinación entre el trabajo académico en las aulas y la capacitación práctica en los talleres y centros de trabajo, dentro y fuera de la Universidad, y tercero el hecho de que la planta docente del colegio, se formará con profesores provenientes de las cuatro facultades antes mencionadas y se completará con elementos de la propia Escuela Nacional Preparatoria, así como profesores-estudiantes de las facultades que cumplan los requisitos del personal docente. De esta forma, se busca que la Escuela Preparatoria pueda aportar una rica experiencia pedagógica y organizativa en el establecimiento de estas nuevas unidades académicas, y a su vez la Escuela Preparatoria se vincule estrechamente con las actividades universitarias de nivel medio superior y de investigación científica (16). Por último cabe aclarar que los egresados del C.C.H., podrán seguir cualquier carrera que la Universidad --- ofrece, o las que en el futuro pudieran aparecer.

Por las razones antes expuestas se justifica la creación del C.C.H., y de sus unidades académicas correspondientes al ciclo de bachillerato, como una respuesta a la necesidad de formar un nuevo tipo de especialistas y profesionales que requiere el desarrollo científico, técnico y social del país.

b) Reglamento y estructura del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Como toda institución que se dedica a la educación, la -- Unidad Académica del Ciclo del Bachillerato, posee un reglamen-

to que norma el desempeño de sus actividades. En términos generales este reglamento es el mismo que rige para las facultades y escuelas de la UNAM, pero con las variantes que caracterizan al C.C.H. Así, los planes, programas, métodos de enseñanza y organización, surgen de la cooperación e interdisciplinariedad de cuatro facultades. Otra variante que se marca en el reglamento, con respecto al menos con la Escuela Nacional-Preparatoria, es la combinación de la preparación académica con el adiestramiento práctico del alumno.

En lo que se refiere a la organización el artículo 5°(17) del reglamento señala cuáles son los órganos de la Unidad académica a saber:

- a) El coordinador del Colegio de Ciencias y Humanidades
- b) El comité directivo del Colegio
- c) El consejo del propio Colegio.
- d) Los directores de cada uno de los planteles, y
- e) El consejo interno de los mismos.(19)

Las funciones que estos órganos desempeñan están regidas por los términos que marca la Ley orgánica y el Estatuto General de la Universidad.

No obstante, es importante resaltar que, dentro de la estructura del Colegio, existe un organismo integrado por el sector académico, las áreas en que se divide el plan de estudio, que es una instancia coordinada por un jefe de área. Estas áreas, que son cuatro: matemáticas; Histórico-Social, Talleres y Ciencias Experimentales representan una innovación con respecto a la administración académica de las otras escuelas y facultades. En su seno, los profesores tienen la oportunidad de planear las actividades educativas, así como la revisión y evaluación de los resultados del aprendizaje, con la opción de proponer alternativas que tiendan a enriquecer el sistema enseñanza-aprendizaje y con ello dar cabal cumplimiento a los objetivos del Colegio.



e) Objetivos del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Los objetivos de este organismo, se divide en dos partes a saber:

Objetivos generales del C.C.H., para todos sus niveles de enseñanza y

Objetivos generales del ciclo de bachillerato del C.C.H.

Los objetivos generales del C.C.H., para todos sus niveles de enseñanza son:

- Establecer el mecanismo permanente de innovación de la Universidad, capaz de realizar funciones distintas sin tener que cambiar toda la estructura universitaria, adaptando el sistema a los cambios y necesidades de la propia universidad y del país.

- Preparar estudiantes para cursar estudios que vinculen las humanidades, las ciencias, las técnicas, a nivel de bachillerato, de licenciatura, de maestría y de doctorado.

- Proporcionar nuevas oportunidades de estudios acordes con el desarrollo de las ciencias y las humanidades en el siglo XX y hacer flexibles los sistemas de enseñanza para formar especialistas y profesionales que puedan adaptarse a un mundo cambiante en el terreno de la ciencia, la técnica y la estructura social y cultural.

- Intensificar la interdisciplina entre especialistas escuelas, facultades, centros e instituciones de investigación de la Universidad.

- Promover el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y técnicos de la Universidad.

Los objetivos generales del ciclo bachillerato del C.C.H. son:

- El desarrollo integral de la personalidad del educando, su realización plena en el campo individual y su cumplimiento satisfactorio como miembro de la sociedad.

- Proporcionar la educación a nivel medio superior indispensable para aprovechar las alternativas profesionales o académicas tradicionales y modernas, por medio del dominio de los métodos fundamentales del conocimiento (los métodos experimentales e histórico social) y de dos lenguajes (español y matemático).

- Construir un ciclo de aprendizaje en que se combine el estudio en las aulas, en el laboratorio y en la comunidad.

- Capacitar a los estudiantes para desempeñar trabajos y puestos en la producción y los servicios, por su capacidad de decisión y de innovación, sus conocimientos y por la formación de su personalidad que implica el plan académico.

#### d) Planes y programas de estudio del C.C.H.

El Colegio de Ciencias y Humanidades ha sido el resultado de una preocupación universitaria por impulsar la enseñanza y la investigación científica en otras direcciones, así como - dar cabida a un mayor número de aspirantes producto del crecimiento demográfico. Para lograr esos propósitos el C.C.H., - adopta una didáctica moderna. El plan de estudios está orientado a facilitar que el estudiante deja de ser un simple receptor de cultura y se transforma en un ser capaz de captar por sí mismo el conocimiento, es decir, que aprenda a aprender. -- Por esta razón, lo que se persigue fundamentalmente es que los alumnos cobren conciencia del método con el que, logran la adquisición de los conocimientos, para asimilarlos, interpretarlos y poder aplicarlos. El C.C.H. se presenta como una posibilidad nueva que transformará la concepción del bachillerato - porque contempla aspectos que lo comprometen con el cambio social y con una nueva visión del aprendizaje de las ciencias, -- al propiciar la participación activa del educando. Lo primordial es facilitar a los estudiantes la posibilidad de repetir y recuperar la experiencia de hacer ciencia.

Toda experiencia de aprendizaje se aprovechará en la solución de problemas. Las sesiones de trabajo fomentarán la reflexión en común y buscarán la síntesis colectiva e individual. Para ello se dotará al educando de las herramientas metodológicas necesarias para dominio de las principales áreas del saber. En el sistema de enseñanza aprendizaje el concepto de aprendizaje, cobra mayor importancia que el de enseñanza. El alumno es el protagonista de su propio aprendizaje; el maestro es un orientador, un guía que entrega su experiencia y responsabilidad a cada uno de sus alumnos formando en éstos, mentalidades armónicas con su entorno.

El plan de estudios está diseñado de tal manera, que en los primeros tres semestres se le presenta al alumno la oportunidad de conocer la naturaleza, a través del área de las ciencias experimentales, y la sociedad, a través del análisis histórico-social, así como las formalizaciones de los lenguajes, español y matemático. En el cuarto semestre, en cada área, se busca la síntesis racional: las ciencias experimentales se conjugan con "método experimental"; en lo histórico-social, se establecen las "teorías de la historia"; en la matemática, se formalizan las teorías matemáticas y se sintetizan la geometría y el álgebra; en el dominio del idioma, surgen los ensayos de investigación y el análisis de la expresión escrita. Los dos últimos semestres, quinto y sexto, formados por materias optativas, ofrecen al educando la posibilidad de insistir en la comprobación del dominio de los métodos científicos e históricos social y de su aplicación a diferentes aspectos de la ciencia y de su entorno social. Por otra parte, estos semestres ofrecen las diferentes alternativas para la continuación de los estudios en el siguiente nivel, así como la capacitación propedéutica necesaria para lograrlo.

El plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, hace énfasis en aquellas materias que permiten al estu-

dante fomentar la cultura y vivenciar el método científico - experimental. Sin embargo cabe aclarar, que cada curso da una visión introductoria y general de la asignatura y no una especialización en la misma.

Por último, se puede decir que el Colegio de Ciencias y Humanidades, en su fase de bachillerato posibilita en sus --- egresados el desarrollo integral de su personalidad, su realización plena en el campo individual o como miembro de la sociedad que le permitirá tomar una actitud ante la realidad y el conocimiento científico de la misma y la aptitud de reflexión que se requiere para adquirir, sistematizar y cuestionar la información. La educación que se ofrece al estudiante debe centrar sus intereses en el aspecto formativo y no sólo en la transmisión de conocimientos, que induzcan en él una actitud que propicie su integración al medio social que le rodea.

#### e) Metodología en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

Se entiende por metodología el conjunto de procedimientos o caminos que le permiten al maestro dosificar y secuenciar el aprendizaje de los alumnos para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

La metodología en el C.C.H. debe tener en cuenta que en la enseñanza media superior es necesario resolver problemas metodológicos propios, por una parte la flexibilidad y fácil adecuación a las necesidades de adaptarse a los avances de la ciencia, y por otra, el carácter propedéutico y terminal de este ciclo, imponen la exigencia de seleccionar técnicas y procedimientos -- que proporcionen al estudiante la capacidad para adquirir los conocimientos, actitudes y habilidades, tanto que permitan continuar estudios de licenciatura como incorporarse al mercado de trabajo. También hay que considerar que la población estudiantil

con que se trata, se encuentra en la etapa de la adolescencia y ello implica el empleo de métodos y procedimientos específicos.

Los métodos de la Nueva Pedagogía, de cuyas características se hizo mención en el primer capítulo, sólo se ha aplicado en nuestro país en el nivel elemental. Sin embargo, es sólo con la creación del C.C.H. que se plantean reformas educativas en el nivel medio superior tendientes a ofrecer alternativas en la preparación de los educandos, para obtener un aprovechamiento máximo de los recursos humanos y materiales.

La metodología que se practica en el Colegio de Ciencias y Humanidades no puede definirse o atribuirse a una determinada corriente. Se pretende una conjunción o síntesis de los diferentes métodos existentes que permiten ejercer el aprendizaje por parte de los alumnos, toda vez que se hallan establecidos los objetivos a conseguir. Sin embargo, se pueden señalar lineamientos generales que distinguen el sistema enseñanza-aprendizaje del Colegio de otras instituciones del mismo nivel educativo. Se puntualiza más en el aprendizaje que en la enseñanza, esto es, el alumno es el autor de su propio aprendizaje; el papel del maestro, en la enseñanza, es de un orientador, un compañero que canaliza y guía con su experiencia y mayores conocimientos el aprendizaje de sus alumnos. El aprendizaje se basa en la acción, la reflexión, el diálogo y la aplicación. En la acción, porque el alumno debe de obtener la información a través de la investigación documental y experimental; en la reflexión, porque debe ser capaz de ordenar, analizar y cuestionar esa información que busca; en el diálogo porque debe saber comunicar y discutir con sus compañeros y profesor los resultados de las actividades anteriores para llegar a conclusiones acordes con los objetivos de cada curso; y por último, la aplicación, que es la culminación de su aprendizaje al poder aplicar en su entorno inmediato aquellos conocimientos que se requieren para su transformación. Todo es-

fuerzo deberá estar orientado a obtener las condiciones para que el educando recree la cultura.

El Colegio aspira a convertir en realidad práctica y fecunda las experiencias y bondades de los nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje para poder ejercer aquellos principios que la sustentan como son la libertad, la responsabilidad, el interés, la creatividad, el trabajo en equipo y la participación libre y democrática.

### 2.3 DESARROLLO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.

Como se ha mencionado antes, el Colegio de Ciencias y Humanidades inicia sus labores académicas el 12 de abril de 1971, en tres planteles -Azcapotzalco, Vallejo, Naucalpan- con una población escolar un poco mayor de 15,000 alumnos en tres dependencias. Su meta era preparar estudiantes que vincularan las humanidades con las técnicas a nivel medio superior, licenciatura, maestría y doctorado. Uno de los aspectos más novedosos que presentaba el Colegio eran las "opciones técnicas", que se contaban entre 150 y 200 especialidades o actividades que permitirían al egresado, incorporarse al mercado de trabajo y continuar una carrera universitaria.

Para describir cómo se ha desarrollado la vida del C.C.H. se puede dividir su historia en diferentes períodos o etapas, señalando aquellos hechos o sucesos que marcaron cambios importantes en el quehacer cotidiano de esta institución.

#### a) Surgimiento: marzo 1971-1974.

En estos años, la Universidad Nacional pasaba por una extensa y compleja lucha política. El rector Pablo González Casanova se enfrentó a una serie de conflictos políticos ante los cuales mostró su incapacidad para resolverlos, como -

el de la huelga de los trabajadores universitarios de fines de 1972.

Cuando González Casanova se hizo cargo de la rectoría de la UNAM, el contexto político nacional era sumamente complejo. El estado se preocupaba por recuperar el consenso perdido debido al fracaso de la política económica del llamado "desarrollo estabilizador", así como también a frenar una serie de contradicciones entre el bloque dominante y diversos de sectores empresariales; el movimiento estudiantil realizaba esfuerzos por reorganizarse dentro de la Universidad y a nivel nacional; los trabajadores daban inicio a un proceso de organización sindical. Pablo González Casanova, en la rectoría, respondía a un conjunto de necesidades objetivas, dentro de las cuales destacaba, recuperar las universidades al control de la clase dominante. El rector se presentaba como la vía más viable para este propósito, por sus tendencias conciliadoras y actitudes favorables a fortalecer las organizaciones democráticas de profesores y estudiantes, en otras palabras, era el personaje ideal para hechar andar en proyecto de naturaleza reformista en materia educativa a nivel superior y medio. Sin embargo, dentro de la Universidad Nacional, existía otra tendencia que se puede calificar de "tecnocrática", aparentemente apolítica y representada por Manuel Madrazo Garamendi, Secretario General de la UNAM en aquel entonces. Las confrontaciones entre estas dos corrientes, la ideológica de González Casanova y la tecnocrática, adquirió rasgos, en algunos momentos, muy agudos. Precisamente una de las más serias fue el torno al Colegio de Ciencias y Humanidades cuando un elemento de la tendencia tecnocrática fue nombrado coordinador de los C.C.H.s, mermando la ejecución del proyecto educativo del rector; ya que intervinieron directamente en el control de la administración e información del Colegio. Su objetivo principal fue la despoli-  
tización y el consecuente control de la planta magisterial,-

llegando al caso de que para la selección de profesores, prevalecían los criterios políticos sobre los de orden académico, sin dar oportunidad a elementos de tendencias democráticas. - Esta política también se hacía extensiva a desmembrar las organizaciones estudiantiles que empezaban a gestarse en el seno - del Colegio.

En su gestión como rector, Pablo González Casanova, fue - incapaz de instrumentar la "reforma educativa" en la UNAM. Su carencia de una base social en que apoyarse en el ámbito uni- versitario, su actitud conciliadora y titubeante ante los gra- ves conflictos universitarios, determinaron su caída a fines - de 1972.

Por otro lado, en lo que atañe a la vida interna del C.C. H., éste fue desarrollando su vida académica dentro de una -- serie de sucesos que lo fueron transformando. Al año siguiente de su inicio, se abren dos nuevos planteles, Oriente y Sur, -- con los mismos objetivos y características de los anteriores. En estos primeros años el C.C.H., vivió una época de auge, con el entusiasmo de los profesores fundadores que tenían claridad sobre los propósitos a conseguir, no sólo académicos, sino -- también con el de formar hombre que fueran capaces de compro- meterse con el cambio social, y aprovechando el carácter termi- nal que le dan las opciones técnicas. Las academias de profes- ores se caracterizaban por intenso trabajo académico, realizado a través de comisiones o de manera colectiva. Los profesores - revisaban programas, elaboraban exámenes, preparaban experimen- tos; llenándose a realizar una evaluación seria de profesores- por parte de los estudiantes a través de cuestionarios. Los je- fes de área al frente de las academias, representan instancias de mucho peso dentro de la organización académica de los plan- teles. En este período de existencia del colegio, los profes- ores hacían valer su fuerza dentro de la marcha de la institu- ción, a pesar de la política represiva de las autoridades que no estaban dispuestos a permitir que se les escapara el con- trol del C.C.H. Surgen enfrentamientos entre autoridades y --



y profesores, provocando la caída del coordinador, el Secretario General y cuatro de los cinco directores de los planteles; el Colegio que en una crisis donde no se vislumbran elementos objetivos y se llega a la improvisación siendo las opciones técnicas las más vulnerables a estos apresuramientos, poniendo en entredicho el proyecto original del colegio.

b) Período de 1975-1979.

Después de los grandes conflictos que se dieron en el C.C.H., la institución entra en una fase que se le podría llamar de "insitucionalización". Los profesores, a falta de alternativas reales que satisficieran sus expectativas, fueron perdiendo el entusiasmo e incluso el interés por profundizar en los principios del colegio. Por otra parte, las autoridades, con el Dr. Fernando Pérez Correa al frente implementan una política de ofrecer "seguridad" a los profesores y crean las plazas de definitividad; de complementación académica; de profesor de enseñanza media superior y profesor de regularización, disminuyendo en gran parte el trabajo extra-clase de los profesores, así como también el espíritu de solidaridad y cooperación que se había mostrado antes. El colegio entra en una etapa de burocratización, se crean nuevas secretarías, el trabajo se hace rutinario en clase o laboratorio y se deja de tomar en cuenta a los alumnos en las decisiones que los afectan. Al agudizarse las diferencias de concepciones acerca del colegio, provienen una separación entre los profesores que se polarizan en direcciones divergentes. Al darse cuenta los profesores que la autogestión que se había dado en las Academias no es fácil de sostener por la falta de experiencia, se busca la bilateralidad con las autoridades, y es así como nace el sindicalismo académico universitario y se forma el SPAUNAH agrupación sindical de profesores cuya sección en los C.C.Hs busca recuperar las líneas que marcaron el proyecto original del colegio. No es la intención de este trabajo describir las luchas sindicales de los maestros dentro de la Universidad, sino tomarlas sólo como referencias de los sucesos que -

que dejaron huella dentro del desarrollo del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Se puede afirmar que en esta etapa, se substituyó el entusiasmo, el romanticismo, el empirismo didáctico de los -- primeros años del colegio, por la educación institucionalizada en un sistema educativo que es fiel reflejo del modelo -- tecnocrático, de la educación. El C.C.H., se vuelve propedéutico y pierde su carácter terminal.

c) Periodo de 1980-1988.

A principios de esta década se organizaron algunos eventos, que presentaron el desarrollo del Colegio; por parte de las autoridades fué el "Simposio internacional sobre el bachillerato" (1982) y por otro, el STUHAM: "El primer Foro sobre el C.C.H. (1981). Fueron intentos por rescatar los principios y valores un tanto olvidados por la comunidad del colegio.

Sin embargo, la situación académica que se había conformado en la época de la "institucionalización", -- aún prevalecía y se hacía más evidente la transformación de la concepción y el carácter del C.C.H. se acrecentó la atomización de pequeños grupos académicos con una disminución del entusiasmo por las actividades no remuneradas.

Diversos factores contribuyeron a mantener esa situación; se pueden señalar dos aspectos como de los más importantes -- que pueden explicar su origen: la crisis económica por la que atraviesa el país desde hace varios años, que obligó a muchos profesores a emplear su tiempo libre en otros trabajos, llegando incluso a disminuir su horario como profesor del C.C.H. ocasionando con ésto una disminución en la dedicación de su -- labor docente. Por otro lado, las ofertas de las autoridades universitarias para mejorar la carrera académica del profesor de manera individual, originaron que los maestros buscaran -- aumentar sus "currículum", a través de la participación en --

cursos o eventos donde emplean muchas horas-profesor única mente con el propósito de "hacer curriculum" y cumplir con los requisitos burocráticos necesarios para las promociones-académicas. Esto provocó una disminución considerable en la producción de trabajos académicos útiles y elaborados en conjunto como se hacía en los inicios. En cambio han proliferado los trabajos individuales con el fin de cumplir lo que se ha señalado antes. Se han originado diversos modelos de exámenes extraordinarios, muy diferentes entre sí; las lecturas de apoyo didáctico son muy heterogéneas; incluso han aparecido diferentes programas de una sola asignatura, aún en un mismo plantel.

Las consecuencias de esta situación, aparte de lo que significó como pérdida del control del proyecto educativo - C.C.H., se ha acentuado en los alumnos quienes han tenido que soportar estos problemas en detrimento de su formación académica y social. Un indicador de esta situación es el alto índice de reprobación que han venido observando en los últimos años.

#### 2.4. TENDENCIAS ACTUALES DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.

A lo largo de diecisiete años de existencia, en el Colegio de Ciencias y Humanidades se han dado cambios de índole diversos entre la comunidad, como son: laborales, académicos, administrativos y principalmente de concepción de la enseñanza.

No obstante, existen en la comunidad del colegio personas que tienen la intención firme de que el C.C.H. cumpla de manera objetiva, aquellos propósitos que le dieron vida. Que el Colegio deje de ser un escalón propedeútico para continuar estudios superiores con el único fin de mejorar la situación económica y social del egresado de la Universidad. Para --

ello es necesario que las autoridades universitarias acepten que el sistema educativo del bachillerato debe preparar a sus alumnos para que estos respondan a las necesidades de desarrollo del país, proporcionando a sus egresados los elementos necesarios para interactuar con su medio; El egresado debe poseer los recursos que le permitan, no sólo adaptarse a los cambios sociales y adelantos de la ciencia, sino propiciar él mismo estos cambios y avances en la humanidad. Pero lograr esto no es sencillo; el maestro mismo debe cambiar su actitud dentro del sistema enseñanza aprendizaje; deberá interactuar con el alumno para que éste sea también autor de las decisiones que, sobre el futuro de los estudiantes, se han de tomar. Las academias de profesores deben recuperar el papel que desempeñaron en los inicios del colegio, para aglutinar al sector académico y en su conjunto tomar el rumbo de lo que será el C.C.H. Se tendrán que revisar la mayoría de los programas de las asignaturas; además se deberá reflexionar sobre la metodología utilizada en el colegio, que en muchos casos se ha vuelto enciclopedista y memorista por muchas razones, y sería demasiado amplio tratar este aspecto, pues es la metodología que garantice el cumplimiento de los objetivos de cada asignatura.

Mucho hay por hacer en este nuestro colegio, y es un trabajo de todos. El próximo Congreso Universitario se presenta como una coyuntura para revisar lo que se está haciendo, al menos en lo que nos toca en el C.C.H, y presentar alternativas que surjan de la discusión de las masas y de la aceptación de las mayorías y no que sean impuestas sólo con el fin de continuar manteniendo en existencia un sistema tecnocrático de la educación.

En lo que respecta al Area de Ciencias Experimentales del plantel Sur, existe la inquietud entre muchos profesores de revisar programas de las asignaturas para adaptarlos a los

cambios, que se cumplan los objetivos que se plantean para los alumnos. Como paso concreto se puede mencionar el uso de la computadora como una herramienta muy eficaz en el método de aprendizaje. Con el uso de la computadora se está buscando una interacción entre la máquina, el experimento y el alumno, para que éste pueda comparar resultados, precisar datos y -- quizás lo más importante, aplicar la experimentación y su entorno más inmediato, y la experimentación deje de ser situaciones abstractas que en muchos casos nada dicen al estudiante. En la materia de Física I ya se han hecho los primeros experimentos con la computadora en lo que se refiere al estudio del movimiento rectilíneo. Se encuentra en proyecto otros experimentos que se podrán aplicar en las asignaturas de Física II y III y Química I.

Como este caso, pueden existir en el colegio otras iniciativas de profesores o de estudiantes que no se pueden realizar, por no existir las instancias necesarias organizadas, como -- las Academias, que respalden estos proyectos y los hagan realidades.

El compromiso de que el C.F.H. sea una institución que -- cumpla la función social que le corresponde, es de todos los -- que integramos la comunidad.

## REFERENCIAS CAP. II

- 1.- Raby, L. David. Educación y revolución social en México. México, SEPsetentas, 1974. p. 8
- 2.- Ibid. p. 9.
- 3.- Ibid. p. 11
- 4.- Britton, John A. Educación y radicalismo en México: los años de Bassols (1931-1934). México, SEPsetentas, 1976. V.1 p. 13
- 5.- Robles, Martha. Educación y sociedad en la historia de México. 3 ed. México, Siglo XXI, 1979. p. 181
- 6.- Censo Nacional de 1950 (VII). Dirección General de Estadística de la Secretaría de Industria y Comercio.
- 7.- Robles, M.... op. cit. p. 180
- 8.- Ibid. p. 190
- 9.- Córdova, Arnaldo. En "La crisis de la educación superior en México". México, Nueva Imagen, 1981. p. 39
- 10.- Robles, Martha... op. cit. p. 191
- 11.- Semo, Ilán. El ocaso de los mitos (1958-1968). En: México un pueblo en la Historia. México, UAP. Nueva Imagen, 1982. Vol. 4. p. 112-113
- 12.- Ibid. p. 113
- 13.- Banco de México.
- 14.- Guevara Niebla, Gilberto. (Coordinador). La crisis de la educación superior en México. 2 ed. México, Nueva Imagen, 1983. p.16
- 15.- Bazan Levy, Jose (compilador). El Colegio de ciencias y Humanidades en la Gaceta UNAM 1971-1972. II. 2 ed. México UNAM- CCH Naucalpan, 1977. p.6
- 16.- Ibid. p. 3
- 17.- Ibid. p. 13

16.- Programas (Documentos de trabajo). URAM. Colegio de Ciencias y Humanidades. Dirección de la Unidad Académica del Bachillerato. Secretaría Auxiliar Académica, 1979. p.1

## CAPITULO III.

### CARACTERIZACION DE LA FISICA.

#### I.- LA FISICA EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR.

La enseñanza de las ciencias físicas está adquiriendo cada día mayor importancia, debido principalmente a la orientación del estudio hacia las carreras técnicas y científicas.

Los constantes avances de la ciencia obliga a que los programas y planes de estudio se vayan revisando y renovando continuamente. Es frecuente que por medio de la prensa, radio o televisión nos enteremos de nuevos descubrimientos, de nuevas aplicaciones de la física. Los términos ingravidez, rayo laser, fisión nuclear, etc., son de uso común.

Es por eso que la enseñanza de la física en el nivel Medio Superior, debe reflejar la idea de una física no acabada, sino de búsqueda, y con el espíritu de comprender los fenómenos naturales y las leyes o modelos que los representan.

La física se puede definir, según algunos autores, como "la ciencia que tiene por finalidad la comprensión de las leyes fundamentales que explican los fenómenos físicos, observando que esas leyes representan una armonía y una organización presentes en la naturaleza"(1). Sin embargo, es más importante conocer los mecanismos o formas en que se producen esos fenómenos, que "comprender" las leyes que los explican, ya que éste permite aplicar esos conocimientos, por medio de la tecnología, para transformar la naturaleza, de manera racional en provecho del hombre. También permite la consecución de nuevos conocimientos de los fenómenos físicos a partir de conocimientos previos ya demostrados.



Al señalar como finalidad u objeto de estudio de la física, el conocimiento de los fenómenos físicos, se pretende decir, que el estudiante debe conocer la correlación entre la materia y la energía y sus transformaciones.

Para una mejor comprensión de la interrelación Materia-Energía, el estudio de los fenómenos físicos se divide en los siguientes aspectos fundamentales:

- Mecánica.
- Termodinámica.
- Electromagnetismo.
- Óptica.
- Acústica.
- Física moderna.

Cabe señalar que esta división de la física, obedece a conveniencias didácticas, ya que los fenómenos que estudian esas áreas se relacionan entre sí, mediante ciertos principios físicos que hacen posible estudiar dichas partes como un todo, tal como se presentan los fenómenos en la naturaleza.

El conocimiento de las leyes y fenómenos físicos constituyen un complemento indispensable en la formación cultural del ser humano, en virtud del enorme desarrollo científico y tecnológico actual.

De acuerdo con el objeto de la física, la tarea formativa general de su enseñanza consiste en conducir al estudiante a enfrentarse con los fenómenos naturales. Para lograr ésto se debe introducir al alumno en el conocimiento y manejo del método científico; en el cultivo de habili-

dades para discutir las definiciones de los conceptos físicos; para identificar suposiciones y aproximaciones en la solución de un problema físico; para interpretar los resultados de un experimento y hacer sus propias conclusiones.

La enseñanza de la física puede considerarse orientada hacia dos objetivos diferentes: el de informar y el de formar. El primero consiste en comunicar los conceptos -- que la física maneja, y el segundo en la adquisición y manejo por parte del alumno de las técnicas de la investigación. El experimento satisface al segundo y, por tanto no debería utilizarse sólo como herramienta de comprobación sino de búsqueda.

También el experimento debe estimular la curiosidad - del estudiante, debe llevarlo a darse cuenta que la física es una ciencia de la naturaleza que se basa precisamente en la experimentación, en la reflexión, en la imaginación creadora; que la física es una actividad humana en la que han participado y siguen participando muchos hombres - de todas las épocas y de diferentes países; que el desarrollo de la física se ha visto influido por circunstancias históricas; que a su vez, la física contribuye a cambiar la concepción que el hombre tiene acerca del mundo y de sí mismo; que la física ha desempeñado un papel fundamental en el progreso tecnológico y que la física es parte importantísima de la cultura, ya que en los últimos dos siglos ha aportado un cúmulo valioso de avances científicos cuyas aplicaciones han originado cambios radicales en el nivel de vida, tales como las comodidades que nos brindan la electricidad, la comunicación por teléfono, telégrafo, televisión, el uso del motor de combustión interna y otros muchos más que han modificado nuestro modo de vivir y de pensar.

Esto justifica por sí sólo, que se incluya a la física como asignatura obligada dentro de cualquier plan de estudios del Nivel Medio Superior, no sólo como parte de la formación cultural del individuo, sino también para comprender mejor los fenómenos naturales y utilizarlos en beneficio del hombre.

Desde el punto de vista de su enseñanza, en el nivel medio superior, se pretende proporcionar al educando por un lado, aquellos elementos necesarios para continuar su formación profesional en el siguiente ciclo, el nivel universitario, y por otro, ciertos aprendizajes que se emplearán en el análisis y reflexión de situaciones cotidianas que no han sido contempladas durante su instrucción.

La asignatura de Física II forma parte del plan de estudio del ciclo del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, (C.C.H.) dentro del Área de Ciencias Experimentales y se imparte en el 5o. semestre como materia optativa de la 2a. opción junto con Biología II y Química II. El área de Ciencias Experimentales contempla para sus 4 primeros semestres, las materias de Física I, Química I, Biología y Método Experimental (Física, Química y Biología simultáneamente).

Los programas de Física, en el nivel medio superior, tienen como propósito, presentar al educando un panorama general de las ciencias físicas, e introducirlo en el manejo del método científico experimental. Su enseñanza abarca, en tres semestres, la mayoría de los aspectos de la física general, tal como se puede observar en el siguiente cuadro de contenidos distribuidos en los tres semestres correspondiente.

## CONTENIDOS DE FISICA- C.C.H.-PLANTEL SUR

### PRIMER SEMESTRE (FISICA I)

- Propiedades de la materia
  - . Concepto intuitivo de materia
  - . Propiedades de la materia que se detectan con la observación directa
  - . Propiedades generales de la materia
  - . Definición del concepto de materia
- Teoría de la Medida
  - . Necesidad del uso de sistemas convencionales de unidades
  - . Concepto de medida
  - . Concepto de Unidad de medida
  - . Evolución histórica de los sistemas de medida
  - . Características de un patrón de medida. Sistema métrico decimal
  - . Sistema internacional de unidades
  - . Medidas directa e indirecta
  - . Medidas cualitativas y cuantitativas
  - . Fuentes de error en las mediciones
  - . Media aritmética y error absoluto
  - . Medidas exacta e inexacta. Precisión.
  - . Exactitud. Máximo error posible. Error relativo. Intervalo de Incertidumbre
  - . Cifras significativas. Redondeo de datos
  - . Conversión de unidades con notación científica

### QUINTO SEMESTRE (FISICA II)

- Leyes de Newton
  - . Objeto de estudio de la mecánica
  - . Estática. Suma de vectores
  - . Condiciones de equilibrio
  - . Diagrama de cuerpo libre
  - . Inercia
  - . Primera Ley de Newton
  - . Sistemas de referencia
  - . Coordenadas cartesianas y polares
  - . Segunda Ley de Newton
  - . Fuerza de fricción. Factores que determinan el rozamiento
  - . Coeficiente de fricción
  - . Tercera Ley de Newton
  - . Unidades de fuerza y masa
- Impulso y cantidad de movimiento.
  - . Conceptos de impulso y cantidad de movimiento
  - . Relación de impulso y cantidad de movimiento con la segunda ley de Newton
  - . Conservación de la cantidad de movimiento
  - . Choques elásticos e inelásticos
- Gravitación
  - . Leyes de Kepler
  - . Ley de la Gravitación Universal
  - . Acción a distancia
  - . Masa y peso
  - . Movimiento de satélites
  - . Movimiento circular uniforme
  - . Variaciones de "g" con la distancia

### SEXTO SEMESTRE (FISICA III)

- Electrostática
  - . Generalidades
  - . Carga eléctrica. Electrificación por contacto y por inducción. ElectroscoPIO
  - . Conductores y aisladores
  - . Ley de Coulomb. Unidades
- Campo eléctrico
  - . Concepto de campo. Vector campo eléctrico
  - . Cálculo del campo. Unidades
  - . Líneas de fuerza
  - . Movimiento de cargas de campo eléctrico
  - . Campo de una carga puntual; campo de varias cargas
  - . Campo y carga en un conductor
  - . Dipolo eléctrico
  - . Rigidez dieléctrica. Poder de puntas; pararrayos
- Potencial Eléctrico
  - . Diferencia de potencial. Unidades
  - . Campo uniforme
  - . Campo de una carga puntual
  - . Campo de una esfera conductora
  - . Conservación de la energía en el campo eléctrico
  - . Superficies equipotenciales
- Corriente Eléctrica
  - . Noción de corriente eléctrica

- . Identificación de sustancias a través de sus propiedades
  - . Concepto de variable. Noción de gráfica
  - . Relación directamente proporcional
  - . Variación lineal. Variación inversamente proporcional
  - . Gráfica: masa-volumen. Concepto de densidad
  - . Gráfica: Temperatura-tiempo -- (T-t)
  - . Punto de ebullición
  - . Propiedades intensivas y extensivas de la materia
- Movimiento Unidimensional
  - . Descripción del movimiento como un problema que llevó siglos resolver
  - . Características de un problema
  - . Ventajas y peculiaridades de -- una hipótesis
  - . Características de un experimento y su forma de realizarlo
  - . Necesidades de sistemas de referencia
  - . Características del movimiento rectilíneo uniforme. gráficas  $d-t$ , y  $\frac{d}{t} - t$
  - . Interpretación de estas gráficas
  - . Definición del concepto de velocidad aplicado al movimiento -- uniformemente rectilíneo
  - . Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
  - . Gráficas:  $d-t$ ;  $v-t$ ; y  $v/t - t$  y su interpretación
  - . Velocidad media
- Energía Mecánica
  - . Trabajo mecánico
  - . Relación fuerza constante-desplazamiento
  - . Unidades de trabajo
  - . Potencia mecánica. Unidades
  - . Concepto de energía
  - . Formas de energía
  - . Energía cinética y el trabajo
  - . Energía potencial y el trabajo
  - . Energía potencial gravitatoria
  - . Energía potencial elástica
  - . Principio de la conservación de la energía
- Temperatura
  - . Noción de temperatura
  - . Escalas termométricas
  - . Equilibrio térmico
  - . Ley cero de la termodinámica
  - . Dilatación de sólidos y líquidos
  - . Ley general del estado gaseoso
  - . Modelo corpuscular de los gases
  - . Interpretación cinética de la -- temperatura
- Calor
  - . Calor como forma de energía
  - . Trasmisión del calor
  - . Capacidad térmica y calor específico
  - . Trabajo en una variación de volumen
  - . Primera ley de la termodinámica
  - . Máquinas térmicas
  - . Segunda ley de la termodinámica
- . Intensidad de la corriente.
  - . Conductibilidad eléctrica
  - . Corriente continua y alterna. Unidades
  - . Circuito eléctrico simple
  - . Pilas y baterías.
- Resistencia Eléctrica
  - . Concepto resistividad de un material
  - . Ley de Ohm. Gráficas V-I
  - . Resistencias en serie y paralelo. Resistencia equivalente. Reóstato.
  - . Potencia Eléctrica
  - . Concepto. Unidades
  - . Transformación de la energía eléctrica
  - . Potencia desarrollada por un aparato eléctrico. Efecto Joule y sus aplicaciones
- Fuerza Electromotriz
  - . Definición. Expresión matemática de la F.E.M. Unidades
  - . Fuerza contraelectromotriz
  - . "Carga" en un acumulador o batería
  - . Potencia de una fuente generadora
- Ecuación del Circuito
  - . Resistencia interna
  - . Circuito en serie y su ecuación
  - . Tensión en las terminales de un generador y su expresión para el voltaje
  - . Leyes de Kirchhoff

- . Definición de aceleración como el cociente  $v/t$
- . Concepto de aceleración aplicado al movimiento rectilíneo -- uniformemente acelerado
- . Consolidación de los conceptos, problema e hipótesis y de las ventajas de la experimentación
- . Tipos de trayectorias
- . Desplazamiento

-----

- Condensadores
  - . Capacitación y sus Factores
  - . Unidades
  - . Condensador con dieléctrico
  - . Condensador en serie y paralelo
  - . Energía en un condensador
- Magnetismo
  - . Electromagnetismo. Unidades
  - . Campo magnético B. Unidades
  - . Campo magnético uniforme
  - . Experimento de Carsted
  - . Fuerza en un conductor
  - . Ley de Biot y Savart
  - . Fuerza entre conductores paralelos
  - . Introducción Electromagnética
  - . Fuerza electromotriz inducida. Ley de Faraday
  - . Ley de Lenz
  - . El transformador
  - . Ondas electromagnéticas
- Reflexión de la luz
  - . Introducción
  - . Reflexión de la luz y sus leyes
  - . Espejo plano. Imagen virtual
  - . Distancia de la imagen real.
  - . Foco del espejo. Distancia focal
  - . Rayos principales. Ecuación de los espejos esféricos.
  - . Telescopio
- Refracción de la Luz.
  - . Ley de la refracción. Índice de refracción
  - . Reflexión total. Descomposición de la luz

## Arceiris

- Lentes
  - . ¿Que es una lente? lentes convergentes y divergentes
  - . Foco de una lente. Imágenes en las lentes. Ecuación de las lentes
  - . Instrumentos ópticos
  
- Ondas
  - . Ondas en una y dos dimensiones
  - . Difracción
  - . Interferencia. Polarización
  - . Naturaleza dual de la luz

## 1.1. DESARROLLO HISTORICO DE LA FISICA.

Al describir este aspecto de la física se pretende un doble propósito, por un lado, me permitirá en lo personal, conocer la manera en la que aquellos aspectos de la física, que serán parte del programa de física II, se fueron construyendo con el paso del tiempo, y por otro que el desarrollo histórico de la misma forma parte del conjunto de elementos con que cuenta el maestro para la enseñanza de esta ciencia. Los estudiantes del nivel medio superior podrán complementar su formación al conocer, aunque sea de una manera resumida, cuáles han sido los factores que han intervenido en el avance de la física desde sus inicios hasta la segunda mitad del presente siglo y cómo se han construido las diferentes teorías tal y como hoy las conocemos y cuáles fueron los caminos que se siguieron para construirlas.

A partir de este siglo, la humanidad ha sido testigo y protagonista de numerosos cambios en el estilo de vida -- del hombre, debido al mayor conocimiento de la naturaleza que nos ha permitido controlarla, en mayor medida, a través de la aplicación de la ciencia conocida como "Física" y que ejerce una gran influencia en casi todos los momentos de -- nuestra vida cotidiana; pero ¿cuándo fué que nació en el -- hombre ese interés por conocer la naturaleza que le rodea?

Para responder esta interrogante, nos debemos de remontar a las primeras civilizaciones que surgieron en las cuencas de los ríos Tigris, Éufrates y Nilo; siendo la invención de la agricultura, la crianza del ganado y la habilidad de construir sus casas, los hechos relevantes de esa época, --



que se puede fechar entre el año 5000 al 600 A.C.. En este período, el hombre conoce el uso de la rueda, el fuego, la escalera y aprendió a hacer armas y herramientas de bronce, así como a trabajar el cobre, estaño, oro, plata y hierro. (2)

Por motivos religiosos, unos pueblos, como los babilonios, y otros por necesidades de conocer los períodos de siembra y recolección de las cosechas, comenzaron a hacer algunas observaciones sobre las posiciones de los astros o cuerpos celestes. Estas anotaciones astronómicas dieron lugar a las primeras mediciones de los ciclos de la luna y del sol; así como también podían determinar la posición de los planetas y estrellas al grado tal que en el siglo VII A.C. había suficiente información como para predecir eclipses y situar la tierra en el centro del Universo.

Sin embargo, no fué sino hasta el siglo VI A.C. que se puede decir que tiene su origen la Ciencia pues fué cuando, por primera vez, se plantearon problemas y respuestas científicas, siendo la mayor parte de ellos relacionados con la física. Fué en Grecia donde comenzó a aparecer un verdadero interés científico. Hasta esa época sólo se habían acumulado una gran cantidad de hechos pero no se había buscado explicarlos ni encontrar la relación entre unos y otros. Fué el pueblo griego, que gracias a su curiosidad científica y a la necesidad de resolver problemas, el primero que se preocupó por comprender, más que conocer, el mundo en que vivimos. Fué así como nació la Física, y otras ciencias, en Grecia. Así surgieron diversos problemas científicos cuyas soluciones, sobre lo observable y aún lo no observable poseía tanto sentido científico que las modernas teorías físicas tiene mucho en común con los de los antiguos pensadores griegos. (3)

Como se ha dicho, en el transcurso de seis siglos los filósofos helénicos y sus seguidores, investigaron y discutieron una gran parte de las cuestiones fundamentales de la lógica, la matemática, la filosofía y de la ciencia que hasta nuestros días son motivo de preocupación o estudio. Los griegos pretendieron alcanzar una unidad del conocimiento, una explicación del Universo, de los fenómenos naturales y del lugar y el estado de la especie humana. Investigaron los número y el infinito, el estado discreto y la continuidad, el infinito en las cosas muy grandes y en las muy pequeñas, las figuras y sólidos regulares, la simetría, la música y la armonía, las fuerzas y el movimiento, los vientos y las mareas, planetas y estrellas; la estructura de la materia y de los organismos biológicos y sus ciclos vitales, la estructura y fisiología del cuerpo humano.

El florecimiento de la filosofía helénica está asociado con las "escuelas", de Atenas las de Sócrates, Platón y Aristóteles (período 470-322 A.C.) y con otros grandes nombres tales como Eudoxio, Demócrito, Epicuro y Zenón fundador de la escuela estoica.<sup>(4)</sup> Hubo numerosas escuelas de filosofía con diferentes puntos de vista sobre la ética y la moralidad, diferentes teorías de la estructura del universo, de la existencia o no existencia de los átomos y del vacío, así como de otros conceptos de vital importancia para poder comprender nuestro mundo y la vida misma. El impacto más poderoso en el pensamiento subsecuente de la humanidad surgió de los trabajos de Platón y Aristóteles y de éste último con más relevancia en la Física.

A pesar de sus puntos de partida semejantes y metas intelectuales similares, la filosofía científica de Aristóteles es fundamentalmente diferente, en algunos aspectos directamente opuesta a la platónica. Para Aristóteles, la realidad se encuentra en la física, en forma, procesos, -- cualidades que nunca pudieron ser descritos completamente en términos de las verdades irreales, precisas y abstractos de las matemáticas. En esta forma estaba de acuerdo con Platón sobre la inaplicabilidad de la matemática a la física, pero difería respecto a la razón. Sólo que el significado que Aristóteles daba a la física no es el que ahora le damos, estudio de las leyes del movimiento de la materia inanimada, sino algo enteramente opuesto. La física o naturaleza de todo ser era aquello a lo cual tendían a desarrollarse y el modo como se comportaban normalmente. En realidad, debido a sus antecedentes médicos y a sus intereses biológicos, Aristóteles interpretaba al mundo como si todas las cosas tuviesen vida. El propósito de la indagación científica era encontrar la "naturaleza" de todas las cosas. Tenía que ocuparse de explicar por lo tanto, desde porqué caen las piedras hasta porqué algunos hombres son esclavos. En cada caso, la respuesta era la misma -- "esa es su naturaleza". Aristóteles edificó su mundo físico sobre la imagen de un mundo social ideal, en el cual la subordinación sería el estado natural. En tal mundo, cada cosa conoce su lugar y, generalmente, lo mantiene. El movimiento natural ocurre únicamente cuando algo se encuentra fuera de lugar y tiende a recuperarlo. Esto se aplica solamente a los objetos que no tienen por sí mismo movimiento natural. De esta forma se pone de manifiesto una de sus principales ideas, la de las "causas finales" conforme a lo cual los organismos, y hasta la materia, está

dotados del propósito de alcanzar "fines apropiados".

Esta doctrina ha sido un obstáculo para la ciencia, ya que ofrece una forma flexible para explicar cualquier fenómeno, postulando para él una finalidad apropiada sin tener que molestarse en indagar como se comporta.

De este modo, la ciencia griega sentó las bases del -- pensamiento europeo de los siguientes siglos. Sin embargo, a partir de la aparición del cristianismo hasta la invención de la imprenta, la ciencia, al igual que la humanidad, tuvo un estancamiento, por así decirlo, en su avance. No obstante, hubieron algunas gentes que se preocuparon por estudiar o tratar de explicar algunos fenómenos o hechos -- en la naturaleza; como Claudio Ptolomeo (90-168) quién se ocupó de explicar el movimiento y ordenamiento de los cuerpos celestes; o "los árabes Al Hazem y Al Hazini, el primero investigó los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, usando espejos planos cóncavos convexos y esféricos; el segundo escribió sobre mecánica y hidrostática en donde propuso que el aire tiene peso".<sup>(5)</sup> Otro investigador que hizo contribuciones de importancia fué Pedro Peregrino quién compiló todo lo conocido sobre magnetismo. En este período de la Edad Media también figura Roger Bacon que -- hizo notar la importancia del uso de las matemáticas y la experimentación en todo conocimiento científico.

Se debe destacar que en esta época, hubo un hecho muy importante, la fundación de las primeras universidades en el mundo, en Alemania, Italia e Inglaterra, teniéndose así los espacios adecuados donde se podían reunir los estudiosos a discutir las obras de los clásicos griegos y latinos. Algunos de los problemas fundamentales de la física se deri

varon del porqué, por ejemplo: cuando una piedra se lanza verticalmente hacia arriba, viajó con velocidad decreciente con la altura, mientras que en su regreso la hace con velocidad creciente. Según Aristóteles es el aire el medio impulsor y también el medio resistivo simultáneamente y así explicaba la causa por la cual un cuerpo en caída libre frena su velocidad. En cambio para Juan Buridán el aire nada importaba como causa del movimiento de la piedra, sino que era la cantidad de materia y la velocidad inicial. Introdujo el concepto de "impetu".<sup>(6)</sup>

Así como este ejemplo, surgieron problemas de los tratados aristotélicos que representaron terreno fértil, en particular para la física, para desarrollar nuevas hipótesis para explicar diversos fenómenos naturales o nuevas concepciones como la de ubicar a la tierra inmóvil y en el centro de un universo giratorio, basada en las ideas de -- Aristóteles y Ptolomeo que tanta influencia habían de ejercer en la religión y política de la Edad Media.

Antes se señaló que la creación de universidades en el siglo XIII, fué un factor fundamental para el progreso cultural de Europa Occidental, pues representaban la oportunidad, para un grupo social más amplio que el que se daba en los monasterios, para conocer y discutir las enseñanzas de los antiguos y cuestionar las ideas de Aristóteles y de -- otros científicos del pasado. Aunado a este hecho, se puede agregar otro factor importante que contribuyó al avance de la ciencia, fué la invención de la imprenta pues ello permitió una amplia difusión de los conocimientos y de las obras clásicas griegas y latinas. De este modo, la época de "obscurantismo" empieza a pasar y dejó paso a los movimientos renacentistas donde aparece un nuevo Ideal del Hom

bre, un individuo lleno de confianza y de curiosidad científica. De entre esas mentes que propiciaron los cambios, hubo uno, Nicolás Copérnico (1473-1543), que puso en tela de juicio las teorías y concepción del Universo de Ptolomeo y Aristóteles. En su obra, "seis libros sobre las revoluciones de las esferas celestes", Copérnico presenta un sistema heliocéntrico planetario con una combinación de movimientos circulares uniformes en un número menor que el sistema geocéntrico de Ptolomeo.

Copérnico publicó su obra en el año que murió y no pudo defenderla de sus detractores principalmente la iglesia católica. No fué sino hasta que Galileo Galilei (1564-1642), al descubrir en 1610 cuatro satélites de Júpiter que giraban a su alrededor, la teoría heliocéntrica de Copérnico tuvo una mayor aceptación; sin embargo, la obra de este --ilustre astrónomo, fué puesta por la Inquisición en la lista de "libros prohibidos" por la iglesia. El mismo Galileo al apoyar la teoría heliocéntrica de Copérnico fué --- obligado a "negar" la existencia de este sistema planetario, y además fué confinado a pasar sus últimos días en su casa en Florencia.

Para esas fechas, Galileo había reunido suficiente evidencia experimental para refutar las ideas de Aristóteles sobre mecánica. Galileo había usado la experimentación, tal como propuso Roger Bacon años atrás, y también utilizó las matemáticas para demostrar que las ideas de Aristóteles ya no debían seguirse viendo como "la última palabra del conocimiento" que hiciera innecesarias más investigaciones. En 1623, Galileo escribió a este respecto: "La filosofía está escrita en ese grandioso libro que está continuamente abierto ante nuestros ojos, lo llamamos Universo-

Pero no se puede descifrar si antes no se comprende el lenguaje y se conocen los caracteres en que está escrito. --- Está escrito en lenguaje matemático, siendo sus caracteres triángulos, círculos y figuras geométricas. Sin estos medios es humanamente imposible comprender una palabra; sin ellos deambulamos vanamente por un oscuro laberinto".<sup>(7)</sup>

Galileo, estando vigilado por el clero, envió en 1638 a sus colegas en Holanda, su obra "Diálogo sobre dos nuevas ciencias". En ella, aparece por vez primera el concepto de "aceleración" de un cuerpo asociando su existencia a la presencia de influencias externas (fuerzas) al mismo. Efectuó algunos experimentos de caída libre y dedujo que la distancia recorrida por un cuerpo que cae es proporcional al cuadrado de su tiempo de caída. Así mismo concluyó que en el vacío todos los cuerpos caerán recorriendo distancias iguales en tiempos iguales, independientemente de su peso, volumen o materia de que se compongan.

Mientras tanto, unos años antes de que Galileo inventara su telescopio, un astrónomo danés, Tycho Brahe se había dado a la tarea de construir un catálogo de estrellas nuevo y más preciso que el de Ptolomeo y además logró determinar las posiciones de estrellas y planetas con una precisión de hasta medio minuto de arco; sus datos astronómicos resultaron ser hasta más de veinte veces superiores a los de Ptolomeo y los de Copérnico. A la muerte de Brahe, su trabajo -- fué continuado por Johannes Kepler (1571-1630) quién se encargó de ordenar y reducir el cúmulo de datos de las observaciones hechas por años por Tycho Brahe. Kepler tuvo que hacer un lado sus convicciones copérnicas reforzadas por la metafísica pitagórica y neoplatónica de que el sistema heliocéntrico se regía por un orden geométrico y una relación numérica, para concebir otro tipo de trayectoria de --

los planetas alrededor del sol, la elipse, con el sol en uno de sus focos. En 1609 Kepler dió a conocer sus dos primeras leyes empíricas que llevan su nombre. Diez años después anunció su tercera ley. Aunque demostró que los planetas no se movían en órbitas circulares, él mismo no supo porque lo hacen siguiendo una elipse.

La respuesta al problema de Kepler la daría Isaac Newton (1642-1727). En el año 1686, Newton en su obra "Principia", demuestra que la razón por la que una manzana madura cae del árbol es la misma por la cual la Luna gira alrededor de la Tierra o está alrededor del Sol. En esta obra, Newton explica que son las "fuerzas de la gravitación, la causa por la cual los planetas tienden hacia el Sol". Con esta teoría, Newton explica que los cuerpos que giran alrededor del Sol, describen elipses de cualquier alargamiento, tales como las órbitas tan alargadas descritas por los cometas. Con la gravitación, se explica el fenómeno de las mareas debido a la atracción ejercida por la Luna y el Sol. También se explica el fenómeno descubierto por Hiparco de Nicea, el de la "precesión de los equinoccios".

El gran trabajo de Newton, desarrollado después por grandes matemáticos como Leonard Euler (1707-1783), José Luis Lagrange (1736-1813), Guillermo Hamilton (1805-1865) y Pedro Simón Laplace (1749-1827), dió origen a la "Mecánica Celeste", rama de la astronomía que permite describir con gran precisión el movimiento de los planetas bajo la acción mutua de la atracción gravitatoria.

Tres libros integran la obra de Newton. En el primero de ellos, formula las tres leyes que llevan su nombre y presenta el desarrollo matemático que describe el movimiento



de los cuerpos sobre los que actúan fuerzas conocidas. En el segundo libro, Newton extiende la validez de sus leyes del movimiento a los cuerpos que se mueven en medios resistentes. En el tercer libro demuestra que estas leyes del movimiento son válidas en la macroscala.

La gran obra de Newton señala la etapa final de la transformación de la concepción aristotélica del mundo, que iniciara Copérnico. La idea que los cuerpos celestes eran movidos por un "primer motor" o por los angeles al mandato de Dios, fué sustituida por la consideración de un mecanismo que funcionaba de acuerdo con una ley natural, sin necesitar la aplicación continua de una fuerza. Aun cuando la teoría de la gravitación universal pareció ser en su época la máxima contribución de Newton, lo cierto es que su influencia sobre la ciencia ha sido todavía más eficaz a través de los métodos que utilizó para obtener sus resultados. Su calculo suministra un modo universal de pasar de los cambios de las magnitudes a las magnitudes mismas, y viceversa. Estableció la clave matemática adecuada para encontrar la solución de los problemas físicos durante otros 200 años. Al formular sus leyes del movimiento, que no conectan la fuerza con el movimiento sino con el cambio de movimiento, rompió definitivamente con la idea común de que para mantener el movimiento era necesario la fuerza, relegando a la fricción a un papel secundario.\*\* Newton estableció en definitiva la concepción dinámica del universe, en lugar de la concepción estática que habían postulado los antiguos.

La obra de Newton representa el refinamiento final de un siglo de experimentos y cálculos y ofrece un método digno de confianza que pudo ser empleado con seguridad por los

científicos posteriores. Al mismo tiempo volvió a mostrar, tanto a científicos como a los no científicos que el universo se encuentra regulado por leyes matemáticas simples. -- Hacia finales del siglo XVII, la ciencia - tal como hoy se acepta - había llegado definitivamente. Se había desarrollado una disciplina coherente de experimentos y cálculos, lo mismo que un método que permitía abordar un sin número de problemas. Los cimientos de la ciencia estaban ya establecidos y lo más importante, el método general de la construcción ya era conocido y jamás sería olvidado.

Si bien es cierto que el esquema newtoniano de la ciencia, sería superado en el siglo XX, lo cierto es que a partir de esa época de principios del siglo XVIII, la ciencia tomó otro curso. Como prueba de ello está el gran desarrollo que tuvo la ciencia en los últimos 300 años en todas -- sus ramas, particularmente en la física. Como ejemplo se puede tomar también el desarrollo de la termodinámica, que así como el sistema newtoniano unificó la dinámica de los fenómenos celestes y terrestres, en la misma forma la ciencia de la termodinámica unificó ciertos aspectos de los procesos mecánicos, eléctricos, químicos, térmicos y magnéticos.

Aunque el hombre tuvo conocimientos de lo que es "caliente" y "frío", desde que conoció el fuego, no fué sino hasta el Renacimiento cuando surgió el interés por estudiar sistemáticamente el calor y la temperatura. Fué Galileo el primero en construir un aparato para medir la temperatura, en --- 1592, aunque no se ocupó de introducir una escala de temperatura. Sólo hasta 1640, los científicos de la Academia Lincei de Italia fué cuando construyeron un termómetro empleando -- mercurio como sustancia termométrica en un delgado tubo de

vidrio, tal como hoy lo conocemos.

En Inglaterra, Roberto Boyle (1627-1691) trabajó investigando las propiedades del aire y otros gases, cuando se enteró que el Alemán Otto Von Guericke (1602-1686) había inventado una máquina de vacío; al perfeccionar Boyle dicha máquina, realizó unos experimentos que consistían en medir los cambios en el volumen de una masa de aire conocida sometida a diferentes presiones. De estos resultados -- anunció la ley que lleva su nombre en el estudio de los gases. Posteriormente, los franceses José Luis Gay-Lussac (1778-1850) y Jacques Charles (1746-1823) estudiando los efectos que sobre los gases producen los cambios de temperatura encontraron, por separado con 5 años de diferencia, que la presión de un gas contenido en un volumen dado, aumenta en  $1/273$  de su valor inicial con cada grado centígrado de aumento en su temperatura. Comportamiento que se conoce como "Ley de Charles". Para esas fechas ya se habían inventado las escalas de D.G. Fahrenheit (1686-1736) y -- Celsius (centígrado) de temperatura.

Con el desarrollo de termómetros confiables, fué posible llevar a cabo experimentos cuantitativos sobre el calentamiento y enfriamiento de diferentes sustancias. Entre los investigadores que aplicaron estas nuevas herramientas termométricas, cabe destacar a Joseph Black (1728-1799) -- quién fué el primero que definió y separó los conceptos de calor y temperatura y además vislumbró lo que hoy se conoce como "Ley Cero" de la termodinámica. El consideraba al calor como un fluido imponderable que llamó "calórico", el -- cual tenía capacidad de penetrar a todos los cuerpos materiales, aumentando su temperatura. Al medir los cambios de temperatura, definió una unidad para medir la cantidad de

calor, la "caloría", como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. Black, proporcionó la base lógica para hablar sobre "cantidad de calor" cuando: pesos iguales de diferentes sustancias a igual temperatura contienen diferentes cantidades de "calórico", ya que al mezclar pesos iguales de agua caliente y mercurio frío obtuvo una temperatura final mucho más próxima a la temperatura original del agua que la del mercurio. De esto, agregó a los cuerpos una propiedad desconocida, la "capacidad calorífica" que caracterizó como la cantidad de calor necesaria para elevar su temperatura un grado centígrado.<sup>(16)</sup> La idea del calórico propuesta por Black y apoyada por Boyle y otros científicos de esa época, tuvo un fuerte rechazo por parte de Cavendish y del mismo Newton quienes sostenían que el calor consistía del movimiento interno de las partículas - que forman los cuerpos. Sin embargo, la teoría del calórico tuvo una aceptación general en el mundo científico con personajes tales como Lavoisier y otros, pasando a formar parte de la terminología científica. Para la noción de -- que el calor se debe a algún movimiento en el interior de los cuerpos, llevó a Benjamín Thompson, después Conde -- Rumford (1753-1814), a investigar el calentamiento del hierro cuando dirigió la construcción de cañones del arsenal de Munich. De sus observaciones, Rumford pudo concluir -- que el agua utilizada en sus experimentos con el hierro al fabricar los cañones, se calentaba sólo debido al movimiento y concluyó que la fuente de calor generada por la fricción es inagotable y señaló que "cualquier cosa que uno o varios cuerpos puedan generar sin límite alguno no puede ser sustancia material". También intentó comparar el peso de los cuerpos calientes con sus pesos cuando se encuentran fríos, para descubrir el peso del fluido calórico escapado,

pero no encontró diferencia alguna.\*

Aunque las conclusiones de Rumford debilitaban seriamente las bases del calórico, tuvieron que pasar otros cincuenta años para que fueran totalmente aceptadas.

Mientras tanto, la tecnología de las máquinas térmicas evolucionaban en medio de este escenario que debatía sobre la naturaleza del calor. El desarrollo de estas máquinas avanzaba, pero sin tener a la mano una teoría consistente que guiara su perfeccionamiento. Fué el francés Sadi Carnot (1796-1832) la primera persona que se propuso conocer el principio o principios que rigen el funcionamiento de estas máquinas. Carnot comparó el trabajo producido por una rueda hidráulica debido al agua que cae desde una --- cierta altura con el trabajo efectuado por el calor en -- una máquina de vapor; consideró que debía existir alguna relación de equivalencia entre el calor y la energía mecánica. Esta idea de equivalencia de energía propuesta por Carnot no tuvo gran influencia en el desarrollo de la termodinámica hasta que fué retomada por el inglés James P. Joule (1818-1889) el cual por medio de ingeniosos experimentos demostró que existe en la naturaleza una relación constante entre el calor y el trabajo mecánico y a ese número que lo relaciona cuantitativamente se le llama "equivalente mecánico del calor". Joule también encontró que el calor puede ser producido por otros medios: la energía eléctrica y la radiante además de la energía cinética y -- que estas energías son intercambiables en valor constante, teniendo cada una su equivalente exacto en forma de calor o de trabajo. Los experimentos de Joule, junto con el trabajo y el pensamiento de sus contemporáneos, tales como -- los alemanes Hermann Lud'wing von Helmholtz (1821-1894) y

\* Sin embargo, de acuerdo con la teoría de la relatividad debería pesar mas cuando se calienta aunque en una cantidad imposible de detectar, al menos hasta hoy.

Julius R. Mayer (1814-1878) que llegaron, de manera separada, a las mismas conclusiones que Joule, condujeron a la formulación del principio general de la conservación de la energía.

La conservación de la energía tuvo un importante papel en el desarrollo de una comprensión mejor de la luz y el electromagnetismo.

Por otro lado, cuando Joule presentó los resultados de sus investigaciones a la Asociación Británica para la Ciencia, tuvo un gran aliado en la persona de William Thomson, más tarde Lord Kelvin (1824-1907). Kelvin estaba trabajando hacia una clara formulación de la escala absoluta de temperatura y había sido profundamente impresionado por las ideas de Carnot acerca de la conversión del calor en trabajo y el principio de conservación\*. Lord Kelvin estaba trabajando en algunos experimentos termométricos y con gases, dedujo que, si contara con un "gas ideal" y lograra enfriarlo a la temperatura de menos 273 grados centígrados podría esperar que la presión de ese gas imaginario se hiciera igual a cero, y así ese gas ideal quedaría contraído a un volumen nulo. La temperatura la cual este gas ocuparía un volumen cero, se conoce como "cero absoluto de temperatura".

Kelvin, a partir de que el calor se manifiesta debido a diferencias de temperaturas entre los cuerpos y que la temperatura está relacionada con el movimiento de las partículas que lo forman, propuso que las temperaturas se midieran a partir del "cero absoluto" temperatura en la cual las moléculas de todo cuerpo minimizan su movimiento.

\* Aunque sólo tiene sentido hablar de transformación de trabajo en calor, en un ciclo, ya que  $\Delta U = 0 \Rightarrow |AQ| = |W|$ .

El científico alemán Rudolph Clausius (1822-1888) continuó el estudio de este fenómeno y demostró que la presión de un gas es igual a los dos tercios de la energía cinética (promedio) del total de las moléculas de la unidad de volumen del gas.

Continuando con los trabajos de Clausius, James C. Maxwell (1831-1879) basada en una aguda perspicacia matemática, demostró que las moléculas de un gas se mueven con diferentes velocidades, postulando además como debían distribuirse esas velocidades, en la ley conocida como "Ley de Maxwell de distribución de la velocidades moleculares". De este modo se dedujo que la temperatura de los cuerpos queda determinada por la energía cinética promedio del movimiento de las moléculas que lo integran.

Los trabajos de Clausius, Maxwell y posteriormente complementados con los de Ludwig Boltzmann (1844-1906) y Josiah Gibbs (1839-1903) dieron origen a la Mecánica Estadística que constituye un puente entre la termodinámica clásica y la teoría cinética del calor.

Con esta breve descripción sobre algunos aspectos del desarrollo histórico de la Mecánica y la Termodinámica sólo se pretende ubicar los contenidos temáticos que componen el programa de la asignatura que se está proponiendo. No se hace referencia histórica a otras ramas de la Física porque no es el propósito de este trabajo presentar una historia de esta ciencia, sino únicamente de los hechos más relevantes en su desarrollo.

## 1.2 METODOLOGIA EN LA ENSEÑANZA DE LA FISICA.

En el capítulo dos se hizo una descripción de los aspectos más generales de la metodología que se debe seguir en el Colegio de Ciencias y Humanidades. Se planteó como un conjunto de procedimientos para lograr objetivos propuestos, pero para establecer el método o métodos particulares de enseñanza-aprendizaje, primero deberá definirse lo que ha de aprenderse y como habrá de enseñarse; para escoger los procedimientos de enseñanza hay que considerar; objetivos de aprendizaje, contenidos temáticos, características de los estudiantes, características de los laboratorios, e infraestructura escolar con que se cuenta (Audiovisual, Biblioteca, etc).

Los objetivos que se tienen que tomar en cuenta son, los del C.C.H. así como los generales de la asignatura, Física II.

En este caso, siendo la física una ciencia experimental, su aprendizaje debe estar enfocado a la experimentación como eje fundamental de las experiencias de aprendizaje, es decir, la metodología experimental será el camino escogido, más no el único, para lograr los objetivos -- que se propone conseguir esta asignatura.

La experimentación cobra significativa importancia, pues a través de ésta metodología se pretende establecer una fórmula en el quehacer educativo y desarrollar una actitud objetiva en el análisis de la realidad. La enseñanza experimental debe procurar que el alumno descubra la manera de encontrar por sí mismo que es lo que realmente ocurre,



a diferencia de la enseñanza exclusivamente teórica, que pretende sólo demostrar una verdad; debe fomentar la capacidad de observar un hecho y el poder interpretarlo. La experimentación permite repetir las veces que sea necesario un evento, aislar una porción de él para facilitar su estudio y controlar sus variables o condiciones que le afecten en su ejecución, para llegar a la comprobación de hipótesis o suposiciones. La experimentación significa inducción, es un procedimiento valioso en la enseñanza puesto que exige la ejercitación de la mente y una confirmación progresiva de los procedimientos propiciando en el alumno una mayor confianza en la investigación y conduciéndolo a una actitud de análisis causal, es decir, indagar las causas que provocan un fenómeno, además de adquirir la costumbre de no aceptar más de lo comprobado y comprobable y el hábito de la investigación científica.

Al investigar el comportamiento de un fenómeno, se recurre a un procedimiento analítico que puede ser puramente mental o ser matematizado y cuantificado según las condiciones de aquél. El análisis complementado con la síntesis experimental son parte importante de toda investigación científica. En la enseñanza es necesario aclarar que no existe un procedimiento único para realizar un análisis, éste dependerá de las características del fenómeno en estudio y de los recursos con que se cuente, pero sí se deben tomar en cuenta que las observaciones y los datos, se organicen en tablas, gráficas, histogramas o cualquier tipo de proceso matemático que permita obtener resultados aplicativos, por medio de razonamientos, facilitándose plantear relaciones entre variables, así como las causas y consecuencias del fenómeno.

Cabe advertir que no debe caerse en el abuso de la experimentación dentro del sistema enseñanza-aprendizaje -- con la realización exhaustiva de prácticas de laboratorio, extremando la importancia del aspecto empírico de la física y descuidando la importancia de los procesos del pensamiento que lleva consigo el quehacer científico. Tampoco se debe insistir en la mecanización del "método científico" como receta "mágica" para resolver cualquier tipo de problema solamente siguiendo sus pasos. Al caer en este extremo, se pierde el sentido de la formación integral, porque si bien es cierto que el estudiante adquirirá habilidades, destrezas y capacidades relativas al trabajo empírico, no logrará integrar sus conocimientos a su propia visión de la realidad. Lo más adecuado es buscar el equilibrio en la formación -información, que además del aspecto experimental, incluya la investigación bibliográfica, la discusión grupal y se enfatice la importancia de la elaboración teórica y el cuestionamiento de las observaciones y resultados experimentales a través del análisis razonado y de la síntesis para propiciar en el educando capacidades tales como la iniciativa y la creatividad. Si se pretende que el alumno sea capaz de enfrentarse a problemas concretos proponiendo soluciones propias, debe permitírsele antes ejercitarse en ese sentido. No se propone que memorice lo que es el método, sino que se interiorice en él para que logre sistematizar su pensamiento y sea más eficiente al enfrentarse a situaciones cotidianas específicas. Si se puede lograr que el alumno desarrolle su capacidad de observación y de análisis objetivo para establecer juicios críticos, quizás se podría lograr que el estudiante transfiera - la actitud científica a todas las cuestiones que lo rodean, tales como su realidad social, conocimiento de su propia individualidad, etc.

Esto último es bastante ambicioso, pero no por ello menos deseable. Es aquí donde la metodología cobra una real importancia y hecha mano de todos sus recursos y reconoce sus limitaciones. Entonces, si se pretende que:

... "Los alumnos cobren conciencia del método con el cual pretenden lograr los conocimientos para asimilarlos, interpretarlos, sistematizarlos y aplicarlos, con el propósito de facilitar al estudiante la posibilidad de repetir y recuperar la experiencia de hacer ciencia"... y ... "enriquecer nuestras posibilidades de investigación en un país que requiere de la investigación científica, tecnológica y humanística y que cada vez más quisiera ser una nación independiente y soberana, con menos injusticias y carencias"<sup>(9)</sup> como se plantea en el documento de creación del C.C.H., entonces existe un método de enseñanza-aprendizaje que recupere el proceso de la metodología didáctica propuesta en ese mismo documento de creación con algunos postulados de los nuevos métodos, descritos en el capítulo uno, como:

- Centralizar el proceso educativo y la actividad del profesor con el alumno.

- Organizar las condiciones del laboratorio para que al alumno aprenda a través de su propia experiencia.

- Adecuar el proceso de enseñanza-aprendizaje a los intereses y desarrollo psico-social y biológico de los alumnos respetando las diferencias individuales.

- Adecuar el programa de la materia a los intereses y

desarrollo de los alumnos.

- Desarrollar en los alumnos sus capacidades cognitivas (más que coleccionar información en la mente), motorices, afectivas y sociales, así como su capacidad de reacción.

Además de estos postulados, se deben tomar en cuenta, ciertos criterios metodológicos generales, que se desprenden del sentido o propósito de creación del C.C.H., ellos son:

- La metodología de la enseñanza hará énfasis en la vinculación entre conocimientos teóricos impartidos y la práctica experimental.
- En el curso se deberá utilizar no sólo libros de texto convencionales, sino que otro tipo de material didáctico: antologías, transparencias, películas, etc.
- En el laboratorio los estudiantes podrán construir algunos aparatos de uso inmediato en sus propias experiencias de aprendizaje sin detrimento en el uso de los ya construídos.
- Se enseñará a los alumnos a revisar y corregir un informe de un experimento mediante la elaboración de varias versiones del mismo.
- Propiciar que las experiencias de aprendizaje se realicen en equipo y que los resultados y conclusiones finales se obtengan a través de la discu-

sión en el grupo bajo la coordinación del profesor.

- Considerar al profesor como un orientador, guía y compañero, que con su experiencia y ejemplo contribuye al desarrollo de una personalidad libre, capaz y responsable.
- El aula-laboratorio es un lugar de encuentro entre personas y de comunicación de sujetos; porque el principio de todo auténtico aprendizaje es la socialización.
- La enseñanza-aprendizaje no se basa en el enciclopedismo, es de acción.

Difícil es afirmar que con este método y sus variantes, puesto que cada profesor lo puede modificar según su experiencia y recursos, se puede lograr que un egresado -- del C.C.H. cumpla con todo lo que se le planteado, sin embargo el reto ahí está y la única forma de saber si a través de él se cumplirá los objetivos de esta materia y del C.C.H., es llevándolo a la práctica. Es importante hacer notar que no se pretende que el alumno "redescubra" todas las leyes de la física, no se pretende hacerle creer que encontrará todas las respuestas por sí sólo, esto, más -- que lograr el cambio hacia una actitud científica, llevaría al estudiante a la frustración por la enorme cantidad de trabajo y tiempo que requeriría para asimilar tanto conocimientos, y llevaría a la enseñanza a carecer de significado. Por lo que la enseñanza se plantea como una actitud hacia el conocimiento al enfrentar al alumno a situaciones concretas, con grados de dificultad creciente, dándo-

le el apoyo necesario y la libertad de ensayar sus propias respuestas o soluciones. Sin olvidar establecer nexos entre la ciencia y su realidad.

## 2.- ANALISIS PEDAGOGICO.

### 2.1.- CARACTERISTICAS COGNOSCITIVAS Y SOCIALES DEL ESTUDIANTE.

En educación media superior el proceso de diseño curricular no es un problema de selección y organización de contenidos, ni se restringe al ámbito escolar. Por el contrario, en este proceso debe considerarse la incidencia de una serie de aspectos sociales y psicológicos.

El contexto social, en un sentido amplio, con todas sus implicaciones políticas, económicas y estructurales, influye significativamente en el entorno educativo. Es innegable que el "currículum", sobre todo en los niveles superiores, debe dar respuesta a necesidades sociales de grupos mayoritarios, y guardar un estrecho vínculo con la comunidad y el trabajo; la educación no se concibe sólo como un proceso de enseñanza-aprendizaje, sino también como problemática de orden social. La educación tiene pues, una doble función: dotar a los individuos de una serie de capacidades y herramientas que faciliten su desenvolvimiento cognoscitivo y a la vez, socializarlos para desempeñarse dentro de un marco social determinado. Los estudiantes acuden al C.C.H. con una doble intención; incrementar su acervo de conocimientos y capacidades intelectuales por un lado, y por otro, lograr el cumplimiento de ciertas aspiraciones, producto de los valores que han aprendido a lo largo de su experiencia social y escolar. De este modo, su integración exitosa a un novedoso sistema educativo que intente substituir a la enseñanza tradicional estará en relación directa con las capacidades de éste para satisfacer sus expectativas y esperanzas. Tales aspiraciones son producto de la interrelación compleja de múltiples factores sociales y psicológicos, desde los más elementales como la edad y el sexo, hasta la influencia del grupo social al que pertenece, así como la experiencia escolar previa.

Estudios hechos al respecto, por Mariclaire Acosta, Jorge Bartolucci y Roberto Rodríguez muestran que los estudiantes, - que ingresan al C.C.H. "provienen socialmente de los estratos medios de la estructura ocupacional del país, con una configuración cultural que sugiere un ingreso reciente a la clase media urbana, y con elevadas expectativas en la educación"(10).

Se trata de personas que han aprendido desde pequeños que la sumisión a la autoridad, es una conducta deseable para desenvolverse en la sociedad. La vida escolar refuerza esta conducta al dotarles de un instrumento cognoscitivo basado en la memorización, el formalismo, la aplicación y el mérito individual, productos de un sistema tradicional de educación.

Por esto el Colegio recibe alumnos con una formación afectiva y cultural diferente de la filosofía educativa que imparte en sus aulas. Los estudiantes de primer ingreso, desconocen las modalidades y formas de trabajo del Colegio, lo toman como una vía para alcanzar la Universidad Nacional y no como un sistema educativo que tiende a estimular su creatividad, desaprovechando en cierto modo, los beneficios que éste brinda. Los - estudiante se encuentran ante una forma de comportamiento escolar ajena a su experiencia, para la cual no fueron formados ni en el seno familiar ni tampoco en su trayectoria escolar.

Por otro lado, hay que considerar que la población escolar que ingresa al C.C.H., es en su casi totalidad formada por adolescentes, los cuales, por su edad se enfrentan con un reto crucial en su desarrollo: la búsqueda de su identidad; si a esto se agrega la condición de ingresar a una institución con reglas de juego extrañas para ellos, no es de sorprender la aparición de serias dificultades en su adaptación y con ello en el proceso de aprendizaje. Es por eso que al planear un currículum en este nivel medio superior hay que considerar la motivación humana así como las teorías del aprendizaje para plantear un modelo psicopedagógico y sus estrategias de instrucción. El cambio de la forma en que los alumnos van construyen-



do y transformando su conocimiento, implica a su vez, conocer los mecanismos cognoscitivos que intervienen, la forma en que estos se genera, desarrollan y cambian, lo que resulta, etc., de acuerdo con las capacidades reales y potenciales de los estudiantes en un determinado período de su vida; esto es, conocer que tan acordes son los planteamientos curriculares con las capacidades cognoscitivas de los alumnos. Una de las corrientes psicológicas que más aportaciones ha hecho al campo del diseño curricular ha sido las teorías del desarrollo de Piaget y de las escuelas neopiagetanas.

En el modelo piagetano la etapa de las operaciones formales, emerge a los 12-13 años y se consolida a los 15-16 lo que significa un cambio significativo en la forma de pensar del individuo. En esta etapa un individuo puede según postula Piaget (11).

- Aceptar las suposiciones de un argumento, aún cuando no las tome como propias
- Proponer hipótesis y tratar de probarlas a través del pensamiento hipotético-deductivo.
- Rebasar lo familiar, lo finito lo tangible, para concebir cantidades y dimensiones infinitas e inventar sistemas imaginarios.
- Ser consciente de su propio pensamiento, reflexionar sobre éste para proporcionar justificaciones lógicas a los juicios que ha hecho, lo que implica madurez cognoscitiva.
- Utilizar diferentes esquemas, tales como la proporcionalidad, correlación o análisis estadístico

La construcción del pensamiento formal depende de tres factores principales: la maduración del sistema nervioso, la experiencia adquirida en función del medio físico, y la acción del medio social, los cuales se rigen por las leyes del equilibrio (asimilación-acomodación).

Sin embargo las operaciones formales difícilmente se presentan en una forma totalmente espontánea, ni, en general, en todos los individuos, pues existen más bien factores culturales, sociales e individuales que intervienen para su presentación y consolidación.

Los estudiantes a quienes va dirigido este programa de física II, se encuentran en el período de desarrollo psicológico de las operaciones formales, que como se ha dejado de ver antes constituye el nivel más avanzado, donde el sujeto puede diferenciar entre lo "real" y lo "posible, y no está limitado a tratar de organizar y aceptar lo que llega a su sentido de modo directo sino que tiene la capacidad de imaginar todo lo que podría estar ahí; esto quiere decir que, al considerar un problema dado, trata de prever todas las relaciones que podrían tener validez respecto a los datos y luego intenta determinar mediante una combinación de la experimentación y el análisis lógico, cual de las relaciones posibles tiene validez real. Así, la realidad se concibe como parte dentro de la totalidad de las cosas que los datos presentan como hipótesis; es vista como la parte que "es, de la totalidad de lo que podría "ser", parte que al alumno le corresponda descubrir.

Una característica notable de este período formal es que esta estrategia cognoscitiva intenta determinar la realidad dentro del contexto de la posibilidad y tiene un carácter hipotético-deductivo. En esta fase, el estudiante es capaz de elaborar una sucesión de hipótesis que se expresa en proposiciones verbales y además trata de probarlas por medio del pensamiento deductivo. En efecto, su orientación hacia lo real y lo posible lo lleva a razonar en la forma general: "... a partir de los datos es evidente que A podría ser la causa necesaria y suficiente de X, o que la otra sería B, o que fueran necesarias las dos a la vez; mi tarea es poner sucesivamente a prueba estas posibilidades para ver cual o cuáles tiene verdadera validez en este problema".

Así el sujeto se hace capaz de razonar correctamente sobre proposiciones en las que no cree aún, es decir, que considera a título de puras hipótesis, y que expresa en forma de proposiciones verbales, originando lo que se ha dado en llamar "pensamiento proposicional".

En suma, el estudiante de pensamiento formal comienza por organizar los diversos elementos para después formularlos como enunciados o proposiciones que puedan combinarse de diferentes maneras, para terminar por considerar esas combinaciones como hipótesis las cuales serán confirmadas o refutadas por la experimentación.

Con este tipo de actitudes el estudiante se prepara para el experimento controlado, es decir, la anulación de una variable particular, sino para estudiar la acción de alguna otra variable con independencia de la primera. Todos los rasgos -- del pensamiento formal se conjuntan para hacer de él, un instrumento muy eficaz para el razonamiento científico.

En términos generales y de una manera muy escueta, se dió una caracterización de la forma en que funcionan los mecanismos cognoscitivos del adolescente, que como se mencionó antes, aparecen aproximadamente, a los 12-13 años y se consolidan a los 15-16 años. Se ha dicho también que los alumnos a quienes va dirigido el programa de Física II se encuentran en esta fase, y ello justifica esta exposición. Sin embargo, investigaciones realizadas en México (Rigo Lemini 1983; Díaz Barriga, 1984; Lule, 1986 y Rodríguez López, 1987) demostraron que la mayoría de los estudiantes de nivel medio superior (15-18 años aproximadamente) y aún del nivel superior no manifestaban esquemas de pensamiento formal sistemáticamente. Aunado a esto, hay que considerar otro aspecto importante que determina el carácter cognoscitivo del estudiante, el "interés". Un buen porcentaje de los alumnos que escogen Física II (50% aproximadamente) lo hacen porque piensan que es la más "fácil" de las tres que se les ofrece como una de las opciones dentro del --

de estudios de la institución, y no porque les interese aprender la asignatura.

Por todo lo anterior, se hace más urgente, diseñar programas que posibiliten las condiciones para que la forma de "pensamiento formal" se expanda y consolide totalmente, y a la vez propicie en el educando el deseo de comprender el comportamiento de la materia. El diseño de este programa pretende contribuir a ello.

### 3.- PROPUESTA DE PROGRAMA.

#### 3.1.- ANTECEDENTES. PROGRAMAS VIGENTES.

Cuando el Colegio de Ciencias y Humanidades dió inicio a sus labores docentes, la mayoría de las asignaturas no contaban con Programas como el que se propone ahora. Sólo existían "temarios" producto de la experiencia de algunos profesores - que fueron utilizados por los mismos hasta 1979, fecha en que aparece una propuesta de Programas hecha la Secretaría de Planeación (SEPLAN) del Colegio, como producto de una recopilación de los diferentes temarios hecha durante 1976 y 1977.

En esta propuesta de SEPLAN, el programa para Física II presentaba la siguiente estructura.

- Introducción. Una breve caracterización de la asignatura.
- Objetivos generales. Se presentan sólo tres objetivos.
- Unidades Temáticas. Tres también. En la primera se contempla un sólo objetivo, para conocer las características del curso. Se proponen cinco horas. En la unidad -- dos, aparecen seis objetivos y seis temas: medición; vectores; velocidad y aceleración; fuerza y trabajo; -- cantidad de movimiento y energía mecánica. Tiempo estimado, treinta y cinco horas.

En la unidad tres se proponen siete objetivos y cuatro temas: energía; sistemas termodinámicos; leyes de la termodinámica y calor. Tiempo estimado, treinta y cinco horas.

- Sugerencias. Propone diecisiete actividades que van -- desde la investigación bibliográfica, la resolución de problemas hasta la realización de experimentos.
- Sugerencias de evaluación. Señala, participación en clases; diseño y realización de investigaciones (teórico-experimental); elaboración de informes y su presentación oral y escrita; resolución de problemas; exámenes parciales o finales.

-Bibliografía. Propone cuatro obras; con pequeños comentarios.

Como se puede observar, en esta propuesta no se aprecia una estructura desglosada y, amplia que le permita al maestro y alumnos, cumplir con los objetivos del área de Ciencias Experimentales, ni de la materia misma. La presentación de los contenidos no permite apreciar su grado de dificultad pues no existen objetivos específicos. Las actividades se proponen de forma muy general y no se clarifica cual actividad corresponde a cual tema.

En este programa se repiten temas que se marcan en el Programa de Física I, como son los temas de Medida y Movimiento Unidimensional.

En las actividades de aprendizaje que se sugieren, no se especifica a que temas corresponden, así como tampoco qué es lo que se pretende al realizar una determinada actividad. En este programa se da al profesor el papel de asesor para guiar el proceso enseñanza-aprendizaje, pero se lo deja a su criterio y experiencia de una manera muy vaga o abierta.

Sin embargo, tiene algunos aspectos que son objeto de tomarse en cuenta, como son los objetivos que se pretenden lograr, así como las sugerencias de evaluación que propone, que están acorde con el método de enseñanza-aprendizaje utilizado en el Colegio, salvo el aspecto de Examen final que se plantea, en el cual sólo se califica la capacidad de memorizar que tiene el estudiante.

En la actualidad existe un programa para la materia de Física II que fué resultado del primer encuentro de profesores de Física del C.C.H. Plantel Sur llevado a cabo en agosto de 1980.

Al igual que en el caso del programa propuesto por SEPLAN, éste adolece de una verdadera estructura y vuelve a ser sólo -

un "temario" donde los temas se presentan como objetivos a conseguir, divididos en dos unidades temáticas: la primera es "Dinámica y Energía" y la segunda "procesos térmicos", señalando un tiempo de siete semanas para cada unidad.

Este programa presenta, una introducción que sirve para ubicar a la asignatura dentro del plan de estudios. Después plantea cinco objetivos generales del curso para continuar con las unidades temáticas y terminar con una bibliografía bastante amplia de los textos de consulta y apoyo para el curso.

Carece de sugerencias de actividades de aprendizaje, así como de evaluación.

Un comentario que se puede hacer sobre ambos "documentos" aquí descritos, es que los dos carecen de una presentación del contexto social y psicológico de los estudiantes. Tampoco toman en cuenta las características de los laboratorio con que se cuenta en el Colegio.

Resumiendo, se puede afirmar que estos "programas" no representan un instrumento de apoyo para el profesor, ni mucho menos, para el alumno, para cumplir con los objetivos de la asignatura y del Colegio.

El primer programa analizado, fue una propuesta de la institución, que debió adoptarse en todos los planteles, sin embargo no fue así. El segundo, fue producto de un evento local que tampoco resolvió el problema de la falta de un programa de Física II.

Ante esta situación, ausencia de un programa, que a su vez ha generado la existencia de una variedad de temarios diferentes en los cinco planteles, y aún en un mismo plantel, surge la necesidad de presentar una propuesta más acabada y estructurada para un programa de dicha asignatura. Con el propósito de darlo a conocer al conjunto de profesores para su discusión, en el entendido que podrá ser modificado, siempre con la intención de mejorarlo para ser utilizado por la mayoría de los profesores que imparten la materia.

## 3.2 PROPUESTA CURRICULAR.

### JUSTIFICACION

Tomando en cuenta todo lo anteriormente planteado y analizado acerca de las diferentes corrientes educativas que surgieron desde el siglo XIX, las condiciones políticas como -- económicas y sociales que rodean a las instituciones educativas del país y su relación con las necesidades de desarrollo del mismo, así como las características cognoscitivas y sociales de los estudiante del C.C.H., y por último, las modernas teorías del aprendizaje, se llega a la necesidad de hacer una propuesta curricular que norme los planteamientos hechos para el programa de Física II del Colegio.

Antes de entrar de lleno al tema, es conveniente señalar algunos aspectos del curriculum tradicional en educación media superior, enfocado a la enseñanza de la ciencia. El curriculum de las escuelas de nivel medio superior se centra, por lo general en la transmisión del conocimiento científico, y para su comprensión se refiere de las operaciones formales. - Esto significa que cuando se habla del conocimiento científico, la función esencial del curriculum consiste en proporcionar los mecanismos para estimular el desarrollo cognoscitivo del alumno a través de estrategias de razonamiento y aprendizaje, para inducir en él el cambio a niveles cognoscitivos superiores.

¿Cómo explicarse entonces, que adolescentes y adultos jóvenes que no tienen un pensamiento formal satisfactoriamente desarrollado se enfrenten con curricula que enfatiza el estudio de la física, la química, la biología o la matemática? Esto se puede entender solamente aceptando que esos estudiantes llevan como estrategia de aprendizaje, la memorización, - sin significado de los contenidos temáticos con el único fin de acreditar cursos que sólo demandan el recuerdo más o menos inmediato de contenidos concretos. Son frecuentes las estrate



gias de aprendizaje centradas en la repetición o memorización - sin dar paso a la elaboración significativa, la imaginación y agrupamiento, cuyo uso permite una mayor comprensión y transferencia de la información.

En los últimos años, dentro de los nuevos métodos de enseñanza se ha pretendido introducir el método científico por descubrimiento en las aulas elementales y superiores, proliferando currículas que supuestamente fomentan la adquisición de recursos propios del pensamiento científico y una actividad autónoma por parte del alumno. Pero se corre el riesgo de que por carecer de una orientación apropiada y emplear una metodología ambigua, imprecisa o muy simple se produzca una grave falta de atención a los contenidos curriculares, llegándose a situaciones de empirismo extremo, que no propician ni la adquisición de conocimientos, ni la de estructuras de pensamiento más acabadas.

La mayor parte de los estudiantes que tienen contacto con currícula sobre contenidos científicos, lo hacen de acuerdo a una modalidad que puede llamarse "expositiva". En esta modalidad los alumnos deben lograr la comprensión de conceptos presentados por sus profesores o incluidos en los libros de texto. Un currículum de tipo expositivo incluye procedimientos empleados para presentar claramente, en una secuencia lógica, aquellos hechos, principios y datos necesarios para exponer a fondo, a los estudiantes, los conceptos científicos. Sin embargo, en esta modalidad quizás lo más relevante es que el papel del alumno sólo consiste en observar y comentar el desarrollo de su enseñanza sin intervenir en ésta directamente; el alumno NO aprende, se le enseña. Los resultados en su "aprendizaje" dependen principalmente del recuerdo de los contenidos presentados, limitando en extremo las posibilidades de integración conceptual y de transferencia de conocimientos.

De acuerdo a los postulados piagetanos, el desarrollo de las estructuras del pensamiento depende en buen grado de --- las experiencias directas y actuales que tenga el sujeto. Por eso las estructuras mentales en el caso del conocimiento cien-

tífico, no se desarrollarán en el adolescente a partir de la simple lectura de libros de texto sino que sólo a través de la experiencia lograrán la asimilación de la información obtenida en la lectura.

Por otro lado, considerando que la mayor parte de los estudiantes de bachillerato no tienen un pensamiento formal propiamente dicho, se requiere entonces de una estructura curricular basada en experiencias manipulativas, concretas y significativas para lograr la transición de un estado de operaciones concretas avanzado al estado de las operaciones formales.

### 3.3. MODELO CURRICULAR

Pretendiendo ser congruente a todo lo antes expuesto, se llega al planteamiento de un modelo curricular que satisfaga todas las necesidades que tiene el estudiante que selecciona la asignatura de Física II en el quinto semestre del C.C.H.

Se propone un currículum cuyo propósito central es proporcionar a los estudiantes, experiencias que les permitan construir por sí mismos los conceptos que van a aprender. Este tipo de currículum se puede caracterizar como del tipo de "investigación" (12).

La estructura de este currículum está diseñado de tal manera que para cada concepto a enseñar se requieren tres fases distintas: exploración, invención conceptual y descubrimiento.

La primera fase de exploración, es para introducir el concepto a través de: observación, medición, experimentación, interpretación, predicción y construcción de un modelo, empleando materiales manipulativos y sin proporcionar aún información teórica específica.

En la segunda fase la de invención conceptual, los alumnos, con ayuda del profesor, adquieren el lenguaje y símbolos asociados a aquello con lo que han trabajado, es decir, forman el concepto.

Por último, se llega a la fase de descubrimiento, en la cual las ideas formadas se amplían y se realizan actividades semejantes a las de la fase de exploración.

Pasadas estas tres fases se induce a los alumnos a la lectura profunda acerca del concepto analizado, apoyado con auxiliares didácticos (películas, transparencias, visitas, etc)

De esta manera los estudiantes llegan a poseer la información conceptual, el lenguaje adecuado y la experiencia para lograr un aprendizaje significativo pues ellos mismos construyen o "inventan" los conceptos.

Un aspecto importante dentro de las estrategias de aprendizaje es que debe partirse de los conocimientos previos de los alumnos para inducir un cambio conceptual que los lleve, de sus propias concepciones (preconcepciones alternativas) a concepciones científicas mediante un proceso de "reconciliación" entre ambas. Es importante que las ideas o teorías del propio estudiante acerca de como funciona el mundo natural, entren en conflicto con los puntos de vista científicos aceptados que se enseñan en las aulas. Estas concepciones "erróneas" son muy comunes, abarcan diversos fenómenos físicos y presentan una notable resistencia a ser sustituidas por explicaciones científicas\*.

Para poder considerar que un nuevo conocimiento ha sido integrado de manera significativa en la estructura cognoscitiva del alumno se deben satisfacer al menos tres condiciones; que ese conocimiento sea: inteligible, pausable y fructífero(13):

Por inteligible se debe entender que el alumno puede saber lo que significa el conocimiento, y construir con él una representación coherente del mismo. Debe ser plausible en cuanto que el alumno puede asignarle un valor de verdad, esto es, creer en su veracidad. Y en tercer lugar, el nuevo conocimiento debe ser fructífero, en cuanto que sirva al estudiante para resolver problemas, sugerirle nuevos enfoques, es decir, que posea un poder predictivo y explicativo.

Dentro de las posibles estrategias, hay que tomar en cuenta una importante situación que puede limitar las acciones antes mencionadas. Existe un conjunto de teorías y conceptos científicos que caen en el campo de lo posible y no observable (por ejemplo, conceptos como el del gas ideal), que carecen de ejemplos perceptibles y que impiden la observación y, experimentación directa de los alumnos; ó bien, existen concepciones científicas susceptibles de observación y experimentación directa, pero que se encuentran lejos de las posibilidades de la escuela; ya por lo costoso del equipo e instalaciones, lo peligroso de la manipulación, la necesidad de per-

\* Como en el caso de relacionar la fuerza como la causa del movimiento.

cional capacitado, lo prolongado de la investigación, etc.. En este caso, el curriculum debe considerar la inclusión de otros modelos y estrategias de instrucción alternativos a los propuestos. Se puede utilizar por ejemplo, el razonamiento hipotético-deductivo en cuanto a las entidades no observables que apoyados con ilustraciones, diagramas y modelos ayuden al alumno a establecer y diferenciar los atributos y características de concepciones abstractas, comparándolas con concepciones concretas relacionadas.

Otro aspecto de cierta importancia que se debe contemplar al diseñar un curriculum para la enseñanza de las ciencias, es el del "interés". La experiencia muestra que a los estudiantes les disgusta el estudio de las matemáticas, de la física o de la química, por ser materias consideradas como abstractas, ajenas a su comprensión y de poco significado para sus vidas. El interés del estudiante por las ciencias decrece notablemente a lo largo del período de escolarización. Además esta actitud es más negativa en las mujeres que en los hombres, sobre todo en relación con las ciencias físicas en comparación con las biológicas. Pero estas actitudes comparten elementos no sólo cognoscitivos, sino también afectivos y conductuales; y estas actitudes se aprenden y dependen, además del contexto escolar, de la influencia del grupo social al que se pertenece.

Entre los individuos que tienen que ver con la ciencia, se pueden distinguir dos tipos de actitudes; una actitud científica y una actitud ante la ciencia. Las actitudes científicas -- son rasgos propios de la conducta científica y de los científicos, como son la curiosidad, objetividad, honestidad intelectual, apertura mental, hábito de juicio controlado y de crítica, rechazo a las supersticiones, etc., etc.; en cambio en las actitudes hacia la ciencia influyen opiniones y sentimientos proyectados a la ciencia y a los científicos, las cuales resultan de las interacciones que el sujeto ha tenido, directa o in-

directamente, con los contenidos, ideas, procesos y efectos de la ciencia.

Ante esta realidad, otra de las metas del curriculum orientado hacia la ciencia debe ser: el fomentar la adquisición de actitudes positivas hacia el quehacer científico y promover la adquisición de actitudes científicas, que orienten la construcción de una visión del mundo y de los fenómenos naturales que rodean al educando. Para conseguir ésto, quizá la forma más segura sea mejorar el ambiente de enseñanza-aprendizaje y las relaciones profesor-alumno, fomentando la participación abierta del educando.

El curriculum orientado a las ciencias en la educación media superior requiere enfatizar el carácter evolutivo del propio conocimiento científico, el cual está caracterizado igualmente por aciertos y errores y se encuentra muy lejos de ofrecer verdades absolutas.

En base a todo lo expuesto, se puede concluir que las metas más importantes en el diseño curricular destinado a la enseñanza de la ciencia en nivel medio superior, deben ser:

- Promover el desarrollo intelectual del alumno, ofreciendo experiencias que le induzcan a formar esquemas conceptuales, coherentes y flexibles.
- Propiciar la adquisición de actitudes científicas y de actitudes favorables hacia la ciencia.
- Fomentar el desarrollo del pensamiento crítico, autorreflexivo y creativo, para tener una visión racional y científica del mundo.

Esta propuesta de programa pretende, con mucha voluntad, intentar conseguir esas metas.

## REFERENCIAS.- CAPITULO III.

- 1.- Alvarenga Alvarez B. y Máximo Ribeiro da Luz. Física General, Con experimentos Sencillos. Mexico, Harla, 1983. p. XIII.
- 2.- Flores Montejano, Adelaido. La física y sus principales precursores. Tesis. México, UNAM, facultad de Ciencias, 1986. p. 7
- 3.- Ibid. p. 13
- 4.- Arons, Arnold B. Evolución de los conceptos de la física. México, Trillas, 1970. p. 59
- 5.- Flores Montejano, A. op. cit. p. 33, 34.
- 6.- Ibid. p. 37
- 7.- Ibid. p. 46
- 8.- Ibid p.
- 9.- Bazán Levy, J. (Compilador). El C.C.H. en la Cace La UNAM. 1971-1972. II Ed. México, UNAM-CCH Naucaupan, 1977. p. 5
- 10.- Acosta, M.; Bartolucci, J.; Rodríguez, R.A. Perfil del alumno de primer ingreso al Colegio de Ciencias y Humanidades. México, UNAM, 1981. p. 126

11.- Díaz Barriga Arce, Frida. El pensamiento del adolescente y el diseño curricular en educación media superior. En "Perfiles Educativos No.37. Julio.-Septi" México, UNAM-CISE, 1981 pág. 17



## C A P I T U L O 4

### PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

#### ESTRUCTURA

- I.- INTRODUCCION
- II.- ACERCA DEL PROGRAMA
- III.- OBJETIVOS GENERALES DEL AREA
- IV.- OBJETIVOS GENERALES DE FISICA II
- V.- UNIDAD I: DINAMICA
- VI.- UNIDAD II: TERMODINAMICA
- VII.- SUGERENCIAS DE EVALUACION
- VIII.- BIBLIOGRAFIA PARA EL MAESTRO.

## I. INTRODUCCION

El estudiante recién egresado de la educación secundaria, se inicia en la asignatura de Física I del primer semestre, en una nueva experiencia educativa que presenta características atractivas, novedosas e inciertas ya que el C.C.H. se distingue por ser un modelo educativo innovador donde se aplica y se crea una pedagogía distinta a la tradicional aspirando convertir al estudiante en el principal protagonista de su aprendizaje, facilitando, al mismo tiempo, el desarrollo de aptitudes, actitudes y habilidades que le permitan -- insertarse de manera más plena en su entorno social y capacitarlo para continuar, con posibilidades de éxito, una formación profesional.

Toda expectativa de lograr estos propósitos, en el colegio se divide en diferentes etapas, que abarcan seis semestres en los cuales en todos ellos, el estudiante siempre está ligado a una asignatura, al menos, del área de Ciencias Experimentales. Esto induce en el educando la acción de estar -- siempre en contacto con alguna disciplina científica donde -- paulatinamente va adquiriendo habilidades en el manejo y aplicación del método científico. Comenzando con lo más elemental de la metodología desde el primer semestre, hasta llegar a la formulación de leyes y principios en los dos últimos.

La física trata de dar respuestas a los problemas que se relacionan con la materia y la energía. Es por ello que en el primer semestre, en Física I el estudiante se enfrenta con -- dos manifestaciones de la materia: sus propiedades y su movimiento. Este curso también tiene como propósito introducir al estudiante en los aspectos fundamentales de la metodología -- científica. Para lograr ésto se maneja paralelamente con el -- conocimiento de la materia, la Teoría de la Medida y de los -- Errores en las mediciones, con el fin de que el alumno adque

ra habilidades y destrezas en el manejo de instrumentos y detección de errores al realizar sus experimentos.

En la segunda parte de este curso de Física I, el del movimiento, se enfrenta al alumno no sólo a describir el movimiento rectilíneo, sino también a la formulación de los modelos matemáticos que permitan una mejor comprensión de él.-- Servirá como antecedentes en el curso de Física II, en la unidad de Dinámica.

En los siguientes semestres, 2º, 3º y 4º aunque no son de Física propiamente, se proporciona al estudiante, además de los conocimientos propios de cada asignatura, los elementos adecuados para aplicar el método científico experimental en la búsqueda de explicaciones de los fenómenos naturales, concretamente en la química y en la biología.

Es por esto que el estudiante que en 5º semestre escoge la asignatura de Física II, ha desarrollado un pensamiento crítico capaz de cuestionar la información que recibe. Este pensamiento lógico se reafirma con la adquisición y manejo de las matemáticas durante cuatro semestres. El estudiante de 5º semestre puede dar respuesta a algunos de los fenómenos físicos que observa y que se contemplan en este programa, formalizando las leyes o principios que los explican así como las relaciones y significado de las variables que aparecen en las expresiones matemáticas correspondientes.

En este semestre los aspectos de la Física que se desarrollan son la dinámica y la termodinámica. En la primera parte del curso se lleva al estudiante a formalizar el movimiento y sus leyes, a través de algunos experimentos sencillos que relacionan las fuerzas con los cambios de velocidad de los cuerpos. Posteriormente se estudia la relación que existe entre la energía mecánica con el trabajo y la potencia. En la segunda parte del curso se investiga el comportamiento térmico de la materia, comenzando con la temperatura y sus e-

fectos, para continuar con las leyes que explican el estado gaseoso, y por último se estudian las leyes de la termodinámica.

Para terminar, en el sexto semestre, Física III, el alumno se enfrenta a la comprensión de las propiedades electromagnéticas de la materia, en la primera parte del semestre, finalizando el curso con el estudio de la luz, tanto en su aspecto geométrico como físico.

Para terminar, es importante señalar que el propósito -- más ambicioso que se persigue al proponer este programa es -- que sirva como instrumento que norme la actividad educativa -- de los maestros que imparten la materia y su vez una valiosa herramienta para los estudiantes para construir conocimientos. Si se alcanza este fin se habrá logrado algo mucho más importante que aprender física: haber evolucionado en nuestras actividades cotidianas y en otras disciplinas con mayor seguridad y vitalidad.

## II. ACERCA DEL PROGRAMA.

Un programa escolar se proyecta, elabora y propone buscando alcanzar propósitos. Algunos de ellos son:

-- Que sea adecuado para los usuarios en función de las características iniciales de éstos y de lo que se espera de ellos.

-- Orientar a maestros y alumnos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en que se verán inmersos.

-- Lograr la mayor homogeneidad en el aprendizaje de los educandos y en el tratamiento de la temática en los distintos grupos. Lo anterior, considerando la irrepeticibilidad del hecho escolar y las distintas concepciones de sus protagonis-

tas.

Este programa de Física II, pretende alcanzar esas metas señaladas. Su estructura ha sido concebida de tal manera que en todo momento los estudiantes y maestros puedan estimar los avances que se obtienen en el aprendizaje.

Dicha estructura es:

-- Introducción. Aquí se caracteriza brevemente el C.C.H y se señala la ubicación de la asignatura en el plan de estudios así como los contenidos temáticos.

-- Acerca del programa. Se describe la estructura del mismo.

-- Objetivos Generales del Área de Ciencias Experimentales. Se dan a conocer los aspectos más significativos que el alumno debe alcanzar al concluir sus estudios en las asignaturas del Área en el C.C.H.

-- Objetivos Generales de Física II. Se enuncian los aspectos más significativos que el alumno debe alcanzar al terminar el curso de Física II.

-- Unidad I y Unidad II. Se desglosan los temas que deben ser abordados en el curso.

Estas unidades están estructuradas de la siguiente manera

\* Objetivos Particulares.- En ellos se define el aprendizaje que debe ser alcanzado en el tratamiento de la unidad. Es de fundamental importancia alcanzar estos objetivos ya que es la única garantía de que todos los alumnos, en todos los grupos, obtengan conocimientos semejantes. Para mayor facilidad en

su identificación los objetivos particulares aparecen numerados y encerrados en un doble recuadro.

\* Objetivos Específicos.- Cada objetivo particular ha sido desglosado en varios objetivos, éstos son los específicos. También están numerados. Sólo que su número se asocia al objetivo particular con el que se relacionan. Por ejemplo:

#### OBJETIVO PARTICULAR

5.- Explicar la relación que existe entre el trabajo y potencia con la energía.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS

5.1.- Distinguir los diferentes tipos de energía.

En el programa aparecen los objetivos específicos encerrados en un sólo recuadro.

Actividades Sugeridas.- Después de cada objetivo específico se señalan un conjunto de actividades en forma secuencial. La realización de éstas contribuye a la obtención de lo señalado en el objetivo. Es importante aclarar que estas actividades pueden ser cambiadas parcial o totalmente de acuerdo a las condiciones de cada grupo. En cualquier caso, se debe garantizar lo señalado en el objetivo específico.

Tiempo Empleado.- En este rubro se sugiere el tiempo -- que debe dedicarse para concluir el tratamiento de la Unidad. Hay que considerar que esta es una estimación que se puede -- cumplir o no en cada grupo escolar. En todo caso debe tenerse

cuidado en evaluar el avance que se obtiene en función del -- tiempo para hacer las correcciones necesarias.

\* Bibliografía.- En esta parte se presenta un listado de libros para apoyar el desarrollo de la Unidad. Además durante el semestre el profesor proporcionará los títulos que él estime que se relacionan directamente con el programa.

\* Sugerencias de Evaluación.- Se proponen criterios para evaluar el aprendizaje de los alumnos y el desarrollo del curso.

Finalmente cabe señalar que cualquier programa es enriquecido, tanto por alumnos como profesores, en la práctica educativa. En este sentido, este programa de Física II deberá contemplar en el futuro las aportaciones de los protagonistas -- del proceso de enseñanza-aprendizaje.

### III.- OBJETIVOS GENERALES DEL AREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES.

De acuerdo con los propósitos del C.C.H. en el área de -- Ciencias Experimentales se pretende que después de cursar y -- aprobar las asignaturas de la misma, el alumno:

- Adquiera los conocimientos básicos que le permitan apreciar objetivamente la naturaleza y las relaciones de ésta con la sociedad.

- Aprecie que la ciencia es el resultado de una actividad social y colectiva de la humanidad basada en la investigación y en la reflexión.

- Desarrolle habilidades para aplicar el Método Científico y valore la importancia de éste en el desarrollo social, científico y técnico.

- Demuestre una actitud científica ante su entorno aplicando sus conocimientos para influir en él.

- Estime el trabajo colectivo como una forma de desarrollar más plenamente sus aptitudes, actitudes y habilidades.

- Sea capaz de hacer trabajo interdisciplinario.

#### IV.- OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA: FÍSICA II.

Después de cursar y aprobar la asignatura de Física II, - el alumno:

- Describirá el movimiento de los cuerpos, así como las relaciones matemáticas que permiten explicarlo formalmente.

- Explicará la relación que existe entre el trabajo y potencia con la energía.

- Aprenderá la importancia de la conservación de la energía para entender algunos procesos físicos.

- Reconocerá, a través de algunos experimentos, la intervención de la energía en todos los fenómenos naturales.

- Diferenciará el concepto de temperatura del término calor; reconocerá a éste como una forma de energía.

- Analizará el contexto histórico experimental que dio origen a los conceptos: calórico, calor, temperatura, equivalente mecánico del calor y modelo molecular.

- Reafirmará el uso del método científico como un procedimiento que permite mejorar el trabajo para conocer la realidad.

- Ejercerá el trabajo colectivo como una forma de aportar y obtener conocimiento.



#### IV.1 CONTENIDOS DE FÍSICA II.

En este apartado se presentan los contenidos mínimos que deberán cubrirse en el curso de Física II.

Se presentan desglosados, señalando los grandes temas y a continuación los subtemas de los mismos.

#### DINAMICA

##### - ESTÁTICA

- . Objeto de estudio de la mecánica
- . Estática. Suma de vectores
- . Condiciones de equilibrio. Diagrama de cuerpo libre

##### - LEYES DE NEWTON

- . Relación Fuerza-cambio de velocidad
- . Relación tiempo de aplicación de una fuerza-cambio de velocidad
- . Relación masa-cambio de velocidad
- . Segunda ley de Newton
- . Inercia. Primera ley de Newton. Marcos de referencia
- . Fuerzas de fricción. Factores que determinan el rozamiento. Coeficiente de fricción
- . Tercera ley de Newton.

##### - IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

- . Conceptos de impulso y cantidad de movimiento lineal
- . Relación del impulso y momento con la segunda ley -- de Newton
- . Conservación de la cantidad de movimiento
- . Choques elásticos e inelásticos.

##### - GRAVITACION\*\*

- . Leyes de Kepler

\* Tema que se puede omitir en función del tiempo.

- . Ley de la Gravitación Universal
  - . Acción a distancia. Masa y peso
  - . Movimiento de satélites. Movimiento circular uniforme.
  - . Variaciones de "g" con la distancia.
- ENERGIA MECANICA
  - . Trabajo mecánico
  - . Relación fuerza constante-desplazamiento
  - . Potencia mecánica
  - . Concepto de energía. Formas de energía
  - . Energía cinética y el trabajo
  - . Energía potencial-trabajo
  - . Energía potencial gravitatoria y elástica
  - . Principio de la conservación de la energía.

#### TERMODINAMICA

- TEMPERATURA.
  - . Noción de temperatura
  - . Escalas termométricas
  - . Ley "cero" de la termodinámica
  - . Dilatación de sólidos y líquidos. Dilatación del agua.
- LEYES DE LOS GASES.
  - . Caracterización del estado gaseoso
  - . Relación presión-volumen
  - . Relación volumen-temperatura
  - . Dilatación. Coeficiente de dilatación
  - . Ley General del Edo. Gaseoso
  - . Modelo corpuscular de los gases. Interpretación cinética de la temperatura.

- CALOR

- . Calor como forma de energía
- . Transmisión del calor
- . Capacidad térmica y calor específico
- . Trabajo en una variación de volumen
- . Primera ley de la termodinámica
- . Máquinas térmicas
- . Segunda ley de la termodinámica.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS CONTENIDOS Y LA METODOLOGIA.

Se propone iniciar la unidad de Dinámica con el tema de - Estática, porque considero que el tema del movimiento es más difícil de tratar por el grado de abstracción que requiere su comprensión. Es por eso que en las actividades iniciales se describen los procedimientos con muchas indicaciones, para que el estudiante se familiarice con los instrumentos (abanico de fuerzas, balanza), que ellos mismos construyeron o contribuyeron a ello y eso a su vez les permita intuir el concepto de "fuerza" y que ésta no siempre significa movimiento. Quizas las actividades parezcan muy desglosadas o que "Llevan de la mano" al alumno, pero el propósito central de estos objetivos es inducir en el alumno, la acción y el manejo de aquello que después tendrá que razonar y aplicar.

Después se sigue directamente con la 2ª ley de Newton en donde el estudiante ya no sólo manipula objetos sino que tiene que empezar a diseñar actividades y proponer métodos para comprobar experimentalmente algún hecho o fenómeno. Debe analizar los resultados de sus observaciones y reflexionar sobre ellos para obtener conclusiones satisfactorias.

Por esta razón la 2ª ley de Newton se presenta muy detallada, no sólo por su complejidad y grado de abstracción, sino también para que sirva de modelo para las otras actividades experimentales que deberán desarrollarse en el curso.

Al hacer el análisis de los datos u observaciones o al diseñar una actividad, el maestro debe tomar en cuenta que, de parte de los alumnos pueden surgir inquietudes, iniciativas o situaciones que no esten contempladas en el Programa, y esto debe a su vez aprovecharse para reforzar o ampliar el tema tratado y no restarle importancia. Aún de los errores que cometan los alumnos, de manera individual o por equipos, deben

aprovecharse para la mejor comprensión del tema tratado.

Como ejemplo de estas situaciones se tiene la gráfica obtenida en el objetivo específico 1.5, en el cual se pretende obtener la relación entre el cambio de velocidad y la fuerza. La recta a analizar es la que une los puntos medios de cada barra, sin embargo a algún estudiante se le puede ocurrir -- trazar rectas como las que ahí se muestran con líneas punteadas. Esa situación lleva a un análisis que no estaba previsto en las actividades para este caso, donde se puede observar -- que las pendientes de las rectas guardan una proporción entre ellas.

Un comentario más sobre la segunda ley de Newton es que -- deliberadamente no se habla o aparece el término aceleración sino que se sustituye con el concepto cambio de velocidad, la razón de ello es porque la aceleración es un concepto muy abstracto y difícil de comprender, no así los cambios de velocidad; además para contrarrestar en el alumno esa idea muy común de que las "causas del movimiento" son las fuerzas tal como nos lo plantea la experiencia. El propósito es que el estudiante comprenda que lo que las fuerzas ocasionan en los --- cuerpos es cambiar su velocidad y no producir el movimiento.

Por otra parte se debe destacar que el tratamiento que se da a la segunda ley de Newton es en una sola dimensión por -- ser más simple su comprensión, y se agrega una condición más, que siempre se parte del reposo,  $V_0 = 0$ . El tratamiento en -- dos o más dimensiones, se sale del nivel de este curso.

Un aspecto que merece especial atención, es el manejo de las unidades y el control de variables lo cual es válido para cualquier actividad que se realice en el semestre. En el caso de la estática y 2ª ley de Newton, se observa que las unidades de fuerza son arbitrarias; lo mismo que las del tiempo y de la masa. Para las fuerzas, se usa como unidad una liga patrón que se selecciona previamente y las fuerzas se miden por

el número de ligas que se usen en cada actividad. El tiempo se midió con los "tac" del metrónomo, la masa con el número de carros utilizados. Esto es importante porque nos permite trabajar en el laboratorio o fuera de él con materiales o equipo sencillos no muy difícil de hacer o adquirir. El control de las variables es determinante para obtener buenos resultados; por ello debe discutirse cuáles son las variables que intervienen en un experimento y la forma en que se deben controlar.

Después de tratar la segunda ley de Newton, se ve la ley de la inercia la razón de ello es para aprovechar los resultados de aquella para comprender mejor ésta, pues además de las actividades que ahí se plantean, se pueden retomar, por ejemplo, las gráficas del objetivo 2.2 para deducir el principio de inercia de una manera quizás más clara.

## ACERCA DE LAS LEYES DE NEWTON.

En este apartado se proponen algunas actividades de carácter cualitativo que se deberán realizar antes de tratarse las leyes de Newton del movimiento. Con esto se pretende que los alumnos antes de medir y de intentar algún tipo de formalización, visualicen o identifiquen algunos aspectos o factores que se deberán -- cuantificar o conceptualizar posteriormente como son; fuerza, cambio de velocidad y masa.

Con estas actividades se persigue que los alumnos reconozcan que:

1º Si se aplica una fuerza no equilibrada a un cuerpo inicialmente en reposo, éste aumenta continuamente su rapidez.

2º Al dejar de aplicar la fuerza, el cuerpo mantiene su movimiento rectilíneo hasta chocar con algún objeto.

3º Si a dos cuerpos iguales, se les aplican fuerzas diferentes, una el doble de la otra, durante el mismo intervalo de tiempo, uno de ellos tendrá mayor rapidez que el otro.

4º Si a dos cuerpos iguales, se les aplican fuerzas iguales, pero en uno de ellos el tiempo de aplicación de la fuerza es mayor que en el otro, éste se moverá con mayor rapidez que el otro.

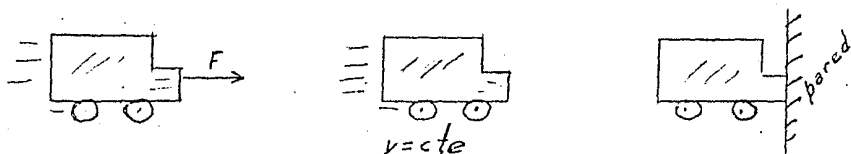
5º Si a dos cuerpos de diferente tamaño, se le aplican fuerzas iguales durante el mismo intervalo de tiempo, el cuerpo de mayor volumen tiene menor rapidez.

6º Dos cuerpos de igual masa, a los cuales se aplican fuerzas iguales durante intervalos iguales de tiempo, y después se les deja de aplicar las fuerzas, se moverán con la misma rapidez.

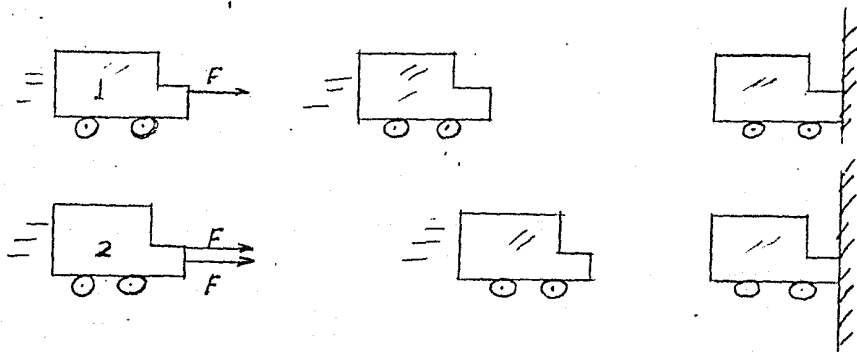
7º Un cuerpo cambia la dirección de su movimiento, sólo si hay una causa externa que provoque el cambio.

Las actividades que se sugieren para lograr estos propósitos son:

- Jalar un carro con una liga estirada una misma longitud, durante un cierto  $\Delta t$ . Observar como aumenta la velocidad a partir del reposo. Soltar la liga para que el carro se siga moviendo, hasta que choque con algún objeto. Destacar que para cambiar la velocidad del carro ( para que salga del reposo), hubo que aplicarle una fuerza (liga) y al dejar de aplicar la fuerza la velocidad permanece constante, hasta que otro cuerpo lo hace cambiar su velocidad. En la siguiente figura se observa este caso.



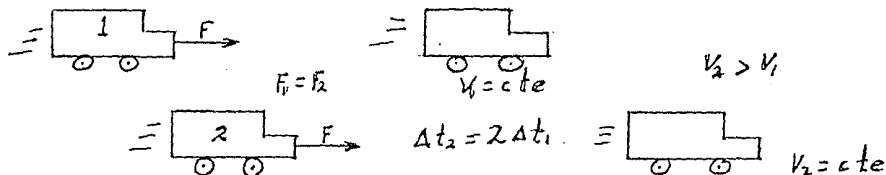
- Jalar ahora dos carros iguales, uno con una sólo liga y el otro con dos (también iguales), durante el mismo tiempo  $\Delta t$  (los tiempos los pueden medir con palmadas rítmicas). Soltar las ligas y dejar que los carros continúen su movimiento, hasta chocar con la pared, como se muestra a continuación:



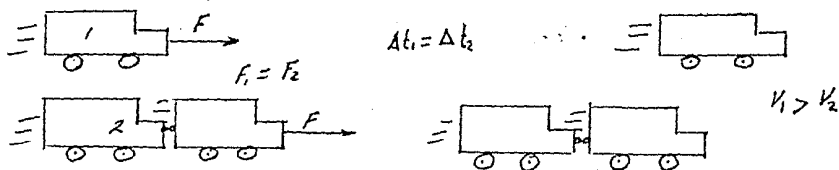


Observar los cambios de velocidad y comparár, cualitativamente, la diferencia de rapidez de los carros.

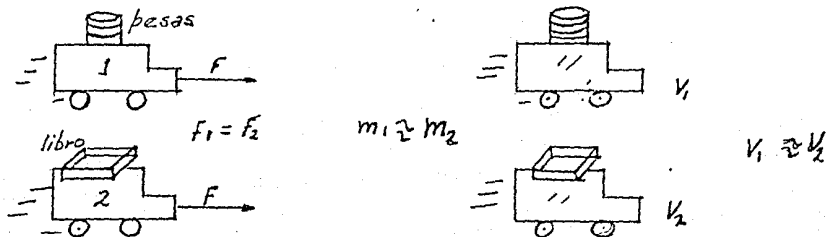
- Jalar dos carros iguales, por separado, con una liga cada uno (las ligas igualmente estiradas), sólo que uno de ellos se debe jalar un tiempo  $\Delta t$  mayor que el otro ( de preferencia el doble). Observar como el carro con doble tiempo de aplicación de la fuerza se mueve con más rapidez, como se ve a continuación.



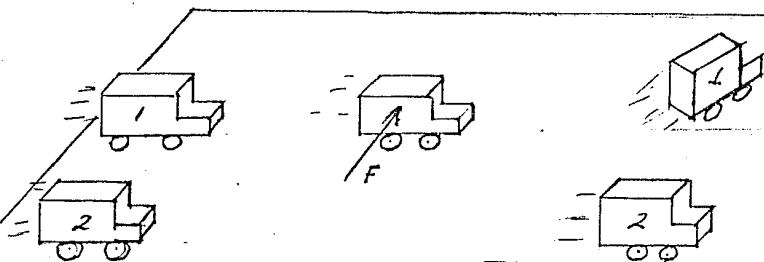
- Ahora un carro con una liga; otros dos carros iguales unidos entre si con una liga también igualmente estirada que la otra, jalar durante el mismo tiempo ambos sistemas. Observar cómo el sistema de mayor volumen tiene menor rapidez;



- Con dos carros iguales, aplicándoles a cada uno por separado fuerzas (ligas) también iguales. Sólo que a un carro se le agregan pesas de masa conocida y al otro, algunos objetos (libros, cuadernos, tabiques, etc.) de masa aproximadamente igual a la del otro carro. Observar que hay un "empate" en alcanzar una cierta distancia



Sobre la mesa de trabajo, empujar dos carros iguales con la misma fuerza. Dar a uno de ellos un golpe lateral cuando esté en movimiento para cambiar su dirección. Una alternativa puede ser el utilizar dos carros diferentes que se muevan con la misma rapidez, y dar a ambos el mismo golpe lateral. Observar como el cambio de dirección en el más grande es menor que en el otro.



Discutir todas las observaciones hechas en estas actividades para señalar cuáles son los conceptos o factores que hay que considerar al describir y explicar estos movimientos; señalar a las fuerzas, el tiempo, el volumen, la masa de los carros como los conceptos que habrán de definirse después y buscar relaciones entre ellos.

OBJETIVO PARTICULAR

1.- Caracterizar las fuerzas en situaciones de reposo de los cuerpos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.1.- Identificar algunos tipos de problemas de la mecánica.

ACTIVIDADES SUGERIDAS

— Discusión grupal acerca del objeto de estudio de la mecánica y su importancia. Partir de interrogantes tales como ¿caen los cuerpos con velocidad constante o aumenta continuamente?, ¿siempre?, ¿cómo se podría saber que la velocidad de un cuerpo que cae, aumenta?, ¿cómo puede ponerse en órbita un satélite?, ¿a qué se debe que un automóvil detenga su movimiento?, ¿qué hace avanzar un avión en el aire?, ¿cómo se puede conocer la potencia de un pequeño motor eléctrico que eleva un objeto?, ¿....

— Responder por escrito a estas interrogantes y conservarlas, para cotejarlas después con las respuestas que surjan al tratar el tema correspondiente. Reflexionar sobre esta actividad para presentar a la asignatura de una manera interesante, además de delimitar el campo de estudio de la mecánica. -- Por otro lado, considerarla como indicador o diagnóstico de -- los conocimientos o "prejuicios" que presentan los alumnos ante estos temas. Al tratar el tema correspondiente, evaluar -- estas interrogantes, no con el fin de asignar calificación, -- sino para retroalimentar el aprendizaje, aclarar dudas y definir conceptos.

1.2.- Identificar los efectos de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en reposo.

— Lluvia de ideas, sin ningún antecedente, de la noción de fuerza.

— Realizar la siguiente actividad; que los alumnos compriman una bola de plastilina y una pelota de esponja; que estiren una barra de plastilina y una liga de hule, anotar las observaciones en cada caso.

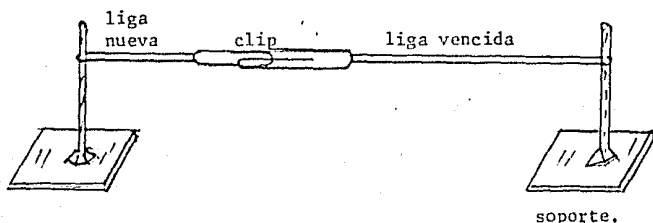
— De las observaciones anteriores destacar que algunas deformaciones desaparecen cuando las fuerzas que las producen deja de actuar. Nombrar a este tipo de deformaciones, e-lásticas.

— Estirar la liga (unos 40 centímetros) y observar; hay casos en donde el cuerpo no recupera su forma, aun después de suprimir la fuerza. Llamar a este tipo de deformación, inelástica.

— Estirar la barra de plastilina y la liga hasta que se rompan. Comentar el efecto de ruptura de los cuerpos.

— Pedir a los alumnos que reflexionen sobre el hecho de que para mantener estirada la liga entre los dedos se requiere que éstos ejerzan fuerza sobre la liga y a su vez, la liga ejerce fuerza sobre los dedos.

Tomar una liga ya vencida y otra nueva y tirar a ambos lados de un clip, como se ve en la figura siguiente.



- Preguntar cuál de las dos ligas jala el clip con más fuerza mencionando las razones de sus afirmaciones. Concluir que ambas fuerzas son de igual magnitud, puesto que se equilibran; destacar el hecho de que no se puede demostrar que dos fuerzas colineales y opuestas y de igual magnitud, actúan sobre un objeto, se equilibran. Se parte del hecho de que se equilibran para inferir que son de igual magnitud, y que en esas condiciones el cuerpo (clip) permanece en reposo.

- Colocar sobre la mesa un balón en reposo. Acercar al balón un imán, y preguntar a los alumnos qué sucede con la velocidad del balón.

- A partir de estas actividades, enlistar los efectos que las fuerzas pueden ejercer sobre los cuerpos: deformaciones, rupturas, compresiones, cambio de velocidad.

1.3.- Representar gráficamente sistemas de fuerzas concurrentes en equilibrio, e identificar la ley del paralelogramo.

— Pedir a los alumnos que construyan un "Abanico de fuerzas".\* Escoger una "liga patrón" y seleccionar después una docena de réplicas con mucho cuidado. Se pueden construir ligas propias usando elástico de poliéster o resorte tubular.

— Utilizar tres aspas del abanico para resolver los siguientes casos: girar las aspas hasta lograr que la argolla -- quede centrada con; una liga en cada aspa; 1,1 y 2; 1,2 y 2; 2 y 3 ligas ,etc.

— Destacar el hecho de que siempre que la argolla esté en reposo, aunque no quede centrada, las fuerzas sobre ella se equilibran.

— Comprobar que hay casos en los cuales no es posible equilibrar las fuerzas, como: 1, 1 y 3 o 1, 2 y 4 ligas.

— Representar gráficamente el diagrama de fuerzas para cada caso. Para ello, colocar el abanico sobre una hoja de papel y marcar los extremos de cada aspa. Tomar en cuenta que las líneas de acción de las fuerzas se cruzan en el centro de la argolla, y a partir de ese punto dibujar los segmentos --- rectilíneos que representan las fuerzas indicando el sentido de las mismas.

— A partir de los dibujos o diagramas de fuerzas, "inducir el descubrimiento" de la ley del paralelogramo. "Descubrir" que la fuerza resultante (o equilibrante) debe ser de igual magnitud que la tercera, así como colineal y de sentido contrario, como se muestra en la figura 2.

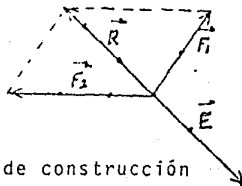


Fig. 2

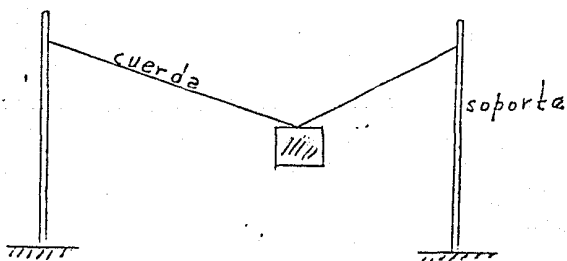
\* Ver anexo 1 para indicaciones de construcción

— Repetir este análisis para los otros casos de equilibrio, con diferente número de ligas.

— Concluir que la fuerza resultante de dos fuerzas representadas con segmentos, con un origen común, corresponderá a la diagonal del paralelogramo. Definir como magnitudes vectoriales a aquellas cuya una de sus características fundamentales es que se suman de acuerdo con la ley del paralelogramo.

— Entregar un informe escrito del desarrollo y resultados de esta actividad.

— Para reafirmar lo anterior, efectuar la siguiente actividad: de dos soportes colgar un objeto de peso conocido, atado con dos cordones de longitudes diferentes, de tal manera que los ángulos que formen los cordones con la vertical también sean diferentes



Hacer un dibujo del cuerpo aislado, señalando las fuerzas que sobre él actúan, para tener una representación intuitiva del diagrama de "cuerpo libre", indicando las ventajas que tiene en la resolución de problemas.

Preguntar a los alumnos si las fuerzas que ejercen las cuerdas (tensiones) sobre el cuerpo son iguales o diferentes?. Justificar las respuestas.

Que los alumnos tomen las cuerdas con las manos, conservando el mismo ángulo para "sentir" las tensiones. Comprobar las respuestas usando el abanico de fuerzas, a través de la ley del paralelogramo para conocer el valor de la fuerza que ejerce cada cuerda.

-- Redactar un informe de esta actividad.



1.4.- Identificar las condiciones para que un cuerpo rígido, sobre el cual se aplica un conjunto de fuerzas, permanezca en reposo.

— Utilizar para este caso las ligas hechas antes. Construir ahora una "balanza de ligas".\* Seleccionar una liga patrón como unidad de fuerza. Es importante asegurarse de tener buenas réplicas de la liga patrón, como se muestra

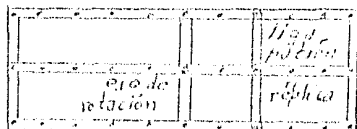


Fig. 3

— Enganchar un cierto número de ligas en el clavo indicado como se ve en las siguientes figuras, en donde cada línea representa una liga y el asterisco corresponde al eje de rotación.

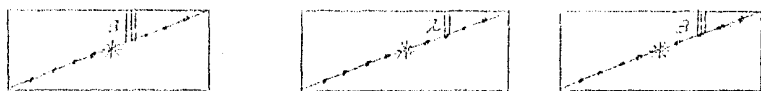


Fig. 4

— Discutir de que manera se puede lograr centrar la balanza con otras ligas colocadas en el lado derecho del eje de rotación. Con los resultados, hacer una tabla donde se indiquen:  $F_1$  (número de ligas originales),  $d_1$  (número de clavos contados desde el origen o eje de giro hasta donde está la liga  $F_1$ );  $F_2$  y  $d_2$  que son las ligas y distancias experimentales. Completar la tabla con los datos de los otros casos.

\* Consultar anexo 2 para mayor información

— Analizar los resultados en los cuales se logra cen-  
 trar la balanza, para "descubrir" que permanecerá centrada -  
 cuando se cumple que  $F_1 d_1 = F_2 d_2$ , como se puede observar en -  
 la figura siguiente

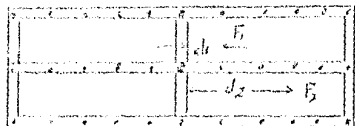


Fig. 5

— Utilizar esta igualdad para predecir el resultado de -  
 un ejercicio no resuelto y hacer la comprobación experimental

— Reflexionar sobre el hecho de que una liga, igualmen-  
 te estirada que otra, ejerce mayor fuerza por estarse apli-  
 cando a mayor distancia del eje de rotación, para concluir -  
 que lo que se hace mayor no es la fuerza sino el momento de  
 la fuerza ( $M$ ) donde  $M = Fd$ . Discutir cuáles son las unidades  
 del momento.

— Considerar que la varilla móvil en su posición cen-  
 trada ahora coincide con el eje "X" y que las fuerzas aplica-  
 das son paralelas al eje "Y", siendo el origen el eje de ro-  
 tación. Determinar cómo puede escribirse ahora la expresión  
 $F_1 d_1 = F_2 d_2$ , para obtener la ecuación  $X_1 F_{1Y} = -X_2 F_{2Y}$ , donde el  
 signo menos hace que el miembro de la derecha sea positivo,  
 ya que  $F_{2Y}$  tomaba valores negativos en los ejemplos anterio-  
 res.

— Reescribir la última ecuación ahora como

$$X_1 F_{1Y} + X_2 F_{2Y} = 0$$

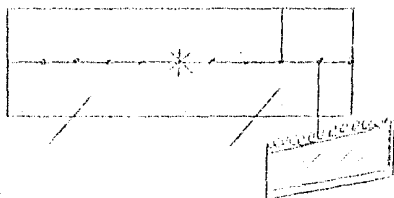
y reflexionar sobre qué condición se debe cumplir para que -  
 la varilla no rote cuando se aplican tres o más fuerzas, pa-  
 ra concluir en que debe ser,

$$X_1 F_{1y} + X_2 F_{2y} + X_3 F_{3y} + \dots + X_n F_{ny} = 0$$

$$\sum M = 0$$

— Resolver algunos ejercicios en los cuales se aplique el concepto anterior, calculando antes distancias o fuerzas desconocidas y comprobar experimentalmente.

— Colocar la balanza en posición vertical y usarla para pesar algunos objetos (cuadernos, libros, portafolios, etc.) y discutir cuál es el "peso" del objeto



— Caracterizar el peso de un objeto como una fuerza con dirección vertical y sentido hacia abajo.

— Colocar ahora la balanza en posición horizontal y centrar la varilla, como se muestra



— Cuestionarse sobre el papel que juega el eje (tornillo central). Responder a esta interrogante y a continuación remover el tornillo quedando la varilla descentrada, como se ve



-- Analizar dónde debe colocarse una liga para que la varilla quede de nuevo centrada. Escoger la posición central, - para inferir que el tornillo estaba ejerciendo una fuerza de magnitud igual a la unidad



Concluir que la suma algebraica de las fuerzas que actúan sobre la varilla móvil es igual a cero, es decir,

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots = 0 \quad \text{ó}$$

$$\sum F = 0$$

Conjuntar los dos resultados obtenidos,  $\sum M = 0$  y  $\sum F = 0$  para identificar las condiciones que requiere un cuerpo para estar en reposo.

Resolver problemas en los que se den dos o más fuerzas sobre la varilla (sin eje) para encontrar la fuerza equilibrante y su punto de aplicación.

Entregar un reporte de todas estas actividades.

## OBJETIVO PARTICULAR

2.- Relacionar las fuerzas con los cambios de velocidad de los cuerpos, a través de las leyes de Newton.

2.1. Hallar la relación entre una fuerza aplicada a un cuerpo y el cambio de velocidad de éste para un intervalo de -- tiempo fijo.

- Proponer, por equipo, un experimento donde se aplique una fuerza constante a un cuerpo para que éste cambie su estado de movimiento.

- Comparar colectivamente las diferentes propuestas y escoger una o construir una nueva con las aportaciones de todos los equipos.

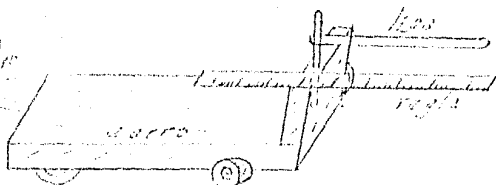
- Un experimento alternativo puede ser como el de las siguientes actividades: utilizar un carro de bajo rozamiento y un ticómetro\*; la fuerza aplicada al carro se debe regular empleando un número variable de ligas de hule (pueden hacerse con resorte tubular).

- Antes de tomar datos, discutir cómo debe estirarse la liga de hule para que la fuerza se mantenga constante. Que un compañero sujete un extremo de la liga mientras se tira ligeramente del otro extremo. Después, que el tirón sea más fuerte y que el compañero describa sus impresiones.

- Con una regla graduada estire la liga una cierta distancia fija ( pueden ser 40 cm.) mientras un compañero sujeta -- el carro y opera el ticómetro. Cuando se suelte el carro, se

\* Construir uno, o usar un método distinto

debe estar preparado para mantener la liga estirada la misma longitud durante el trayecto. Es recomendable ensayar sin el ticómetro varias veces hasta estar seguros de proceder como se desea. Después procédase utilizando el ticómetro:



-- Con los resultados obtenidos, cortar la cinta en pedazos que tengan el mismo número de puntos y hacer una gráfica de barras que representará la velocidad media contra intervalos sucesivos de tiempo para cada caso, como se muestra en la gráfica de la siguiente página.

-- Analizar dicha gráfica y llegar a una conclusión. Hallar el valor numérico del cambio de velocidad calculando la pendiente de la recta.

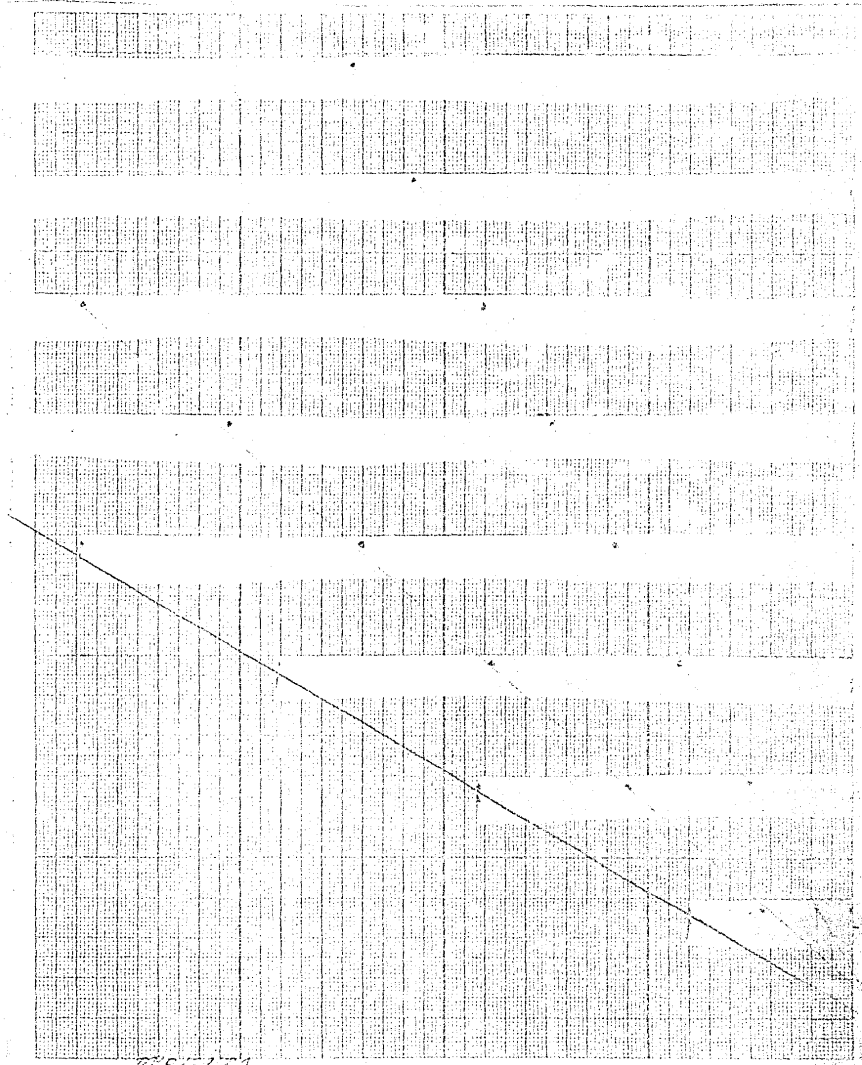
-- Utilizar después dos ligas aplicando a cada una la -- misma fuerza constante, es decir, estirando las dos ligas la misma distancia anterior paralelamente. Emplear ahora tres ligas; siguiendo el mismo procedimiento.

-- Trazar una gráfica, como la obtenida antes, para cada caso. Determinar el cambio de velocidad correspondiente. Por precaución no consierar los puntos en los extremos de la-- cinta.

-- Hacer una tabla en la que se tenga en una columna, el número de ligas(fuerzas), y en la otra, el cambio de velocidad, en  $\text{cm.s}^{-1}/\text{s}$ . A partir de estos datos trazar una gráfica de cambio de velocidad contra fuerza (número de ligas).

--Analizar dicha gráfica para obtener la relación entre la fuerza constante y el cambio de velocidad:

FCCAV



PROBLEM 1

2.2.- Encontrar la relación entre el tiempo en que actúa una fuerza constante sobre un cuerpo y el cambio de velocidad de éste, mientras su masa permanece constante.

- Realizar una actividad experimental donde se aplique una fuerza constante a un cuerpo para que cambie su velocidad. Utilizar un carro de bajo rozamiento, una superficie pulida y un ticómetro. La fuerza aplicada al carro se debe regular empleando ligas de hule.

- Con una regla graduada estirar una liga una cierta distancia (40 cm. por ejemplo) Mientras otra persona sujeta el carro y opera el ticómetro. Cuando se suelte el carro se debe estar preparado para seguir su movimiento manteniendo estirada la liga la misma longitud durante la actividad.

- Utilizar un "metrónomo" \*\* para medir el tiempo, y así poder encontrar la relación entre tiempo de aplicación de la fuerza y el cambio de velocidad. El experimento consta de dos fases: la primera cuando se esta aplicando la fuerza y se toma en cuenta el tiempo de aplicación de la fuerza, y la segunda cuando se deja de aplicar la fuerza y el carro se mueve por sí sólo con velocidad constante. Iniciar la prueba aplicando la fuerza durante un sólo intervalo de tiempo, medido en el metrónomo, soltar la liga y dejar correr el carro una determinada distancia  $d$ . A continuación aplicar la fuerza durante dos intervalos de tiempo, soltar la liga y dejar correr el carro la misma distancia  $d$ . Repetir todo el procedimiento pero ahora con tres intervalos de tiempo. Se recomienda ensayar el procedimiento sin poner cinta en el ticómetro, para acostumbrar el oído al sonido simultáneo del metrónomo con el del ticómetro. También es recomendable no dejar \*\* si no se tiene uno, diseñar un método diferente para medir el tiempo.



correr mucho el carro después de soltar la liga.

— Analizar los datos obtenidos en las cintas del ticómetro. Medir, si es posible, la frecuencia del ticómetro con -- una lámpara de flashes\*. Medir la distancia ocupada por las marcas hechas en las cintas durante los intervalos de tiempo señalados (uno, dos, tres, ...) cuando no se tenía aplicada la fuerza. Concluir, a partir de los resultados, que la velocidad se duplica, al duplicarse el tiempo de aplicación de la fuerza, esto es,

$$\Delta v \propto \Delta t.$$

Respecto a la distancia, concluir también a partir de los resultados que

$$d \propto t^2$$

Tomar en cuenta que estos resultados se obtuvieron considerando solamente la segunda fase del experimento, es decir, -- cuando se dejó de aplicar la fuerza y se mantuvo la velocidad constante. En la página siguiente se muestran dos gráficas -- de este tipo cuando  $t = 1$  y  $t = 2$  unidades de tiempo con la misma fuerza,  $F = 1$  liga y un sólo carro.

\* Existen algunas en el plantel

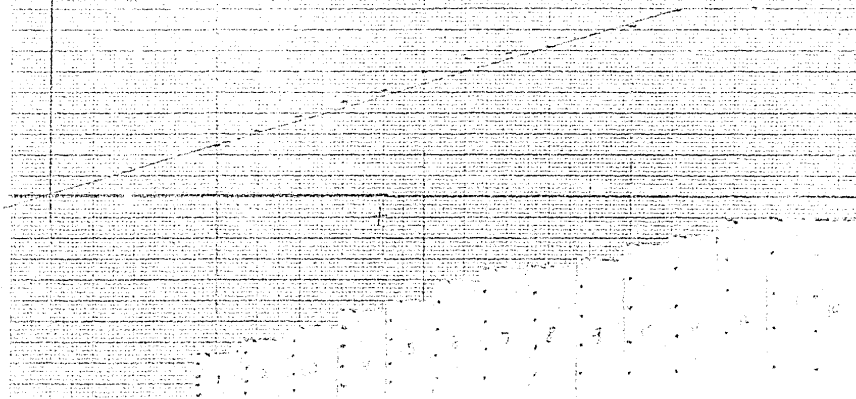
Clase # 1

$F = 1 \text{ (kg)}$   $m = 2 \text{ unidades}$

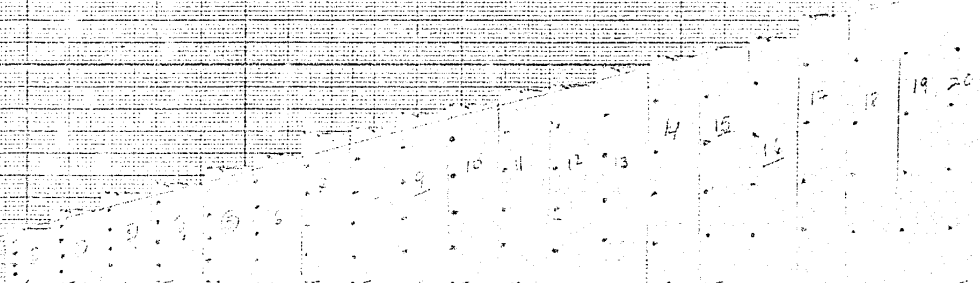
$d = 1 = 30 \text{ cm}$

$t = 1 \text{ "seg"}$

WATER



Curve # 7  
FE 2003 m = 2 m  
t = 2 sec  
d = H = 120 m

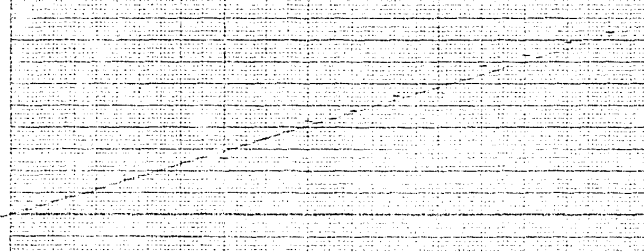


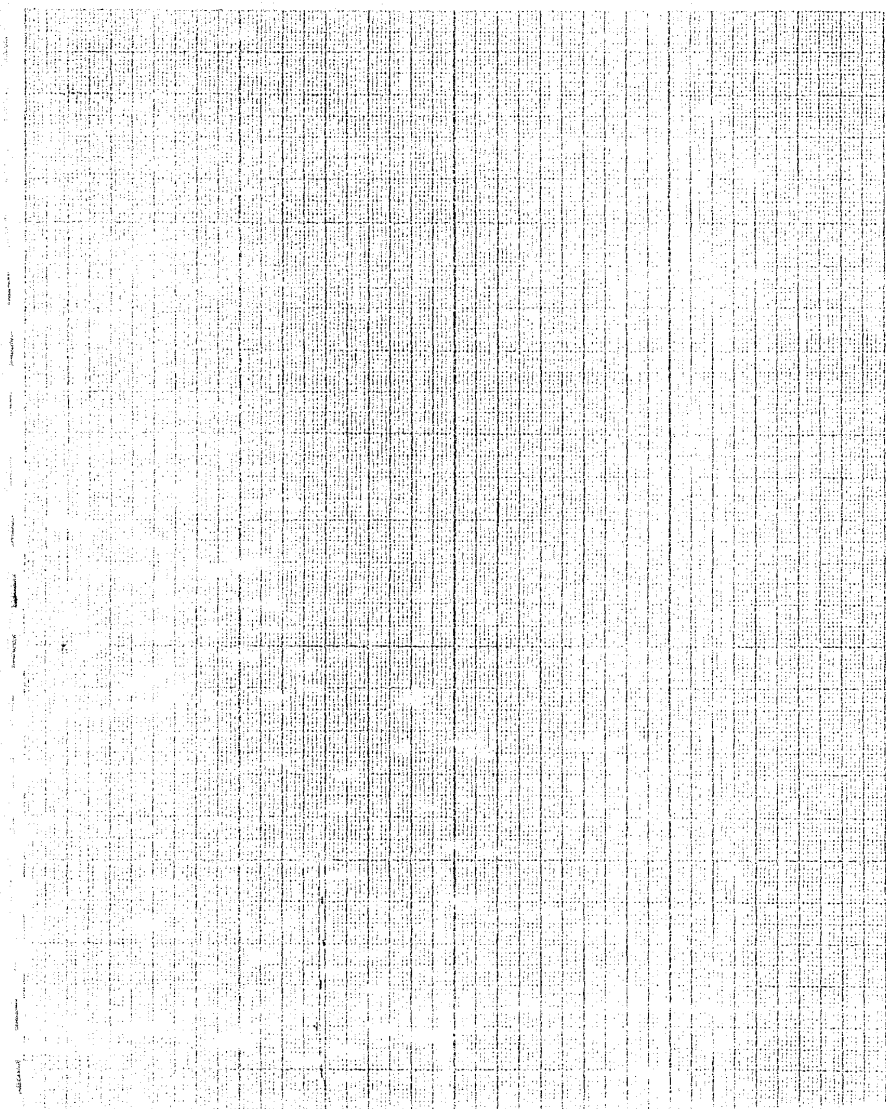
$$L(n) = n$$

$$L(1) = 1$$

$$L(2) = 130 \text{ minutes}$$

$$L(4) = 120 \text{ min}$$





2.3.- Explicar la relación entre la masa de un cuerpo y el cambio de velocidad, cuando la fuerza y el tiempo de aplicación son constantes

— Con el mismo diseño anterior, pero ahora duplicando la masa del carro (pueden usarse dos carros iguales, o agregar la masa necesaria sobre el carro, hasta que sea el doble), jalar con una liga estirada una determinada longitud y soltar el -- carro, manteniendo constante la longitud de la liga (lo cual -- garantiza que la fuerza se mantiene constante).

— Con los resultados obtenidos en las cintas, trazar una grá-- fica de barras (pedazos de cinta cortados con el mismo número de puntos) que representará la velocidad contra intervalos su-- cesivos de tiempo para cada caso.

— Efectuar otra vez el mismo procedimiento, pero ahora tri-- plicando la masa del carro y trazando la gráfica correspon-- diente para calcular el cambio de velocidad para este caso. Cambiar en dos ocasiones más el valor de la masa del carro y repetir el proceso.

— Tabular los datos en dos columnas: una con los valores de la masa, en Kg, y la otra con los cambios de velocidad en -- cm/s. Trazar la gráfica de cambio de velocidad contra masa.

— Analizar esta gráfica para obtener la relación entre la -- masa y el cambio de velocidad del carro, esto es

$$\Delta v \propto 1/m$$

— Considerar las conclusiones obtenidas en las actividades anteriores (objetivos 1.5 y 1.6 ) para expresar la relación entre la fuerza, la masa, el tiempo de interacción y el cambio de velocidad , es decir

$$\Delta v \propto \Delta t; \quad \Delta t \propto F; \quad \Delta v \propto 1/m.$$

— A partir de estos resultados establecer la expresión de -- la segunda ley de Newton

$$\Delta v \propto F \Delta t / m \quad \text{ó} \quad F = m \Delta v / \Delta t.$$

— Investigar bibliográficamente la 2<sup>a</sup> ley de Newton. Enunciar la expresión  $F=ma$ , identificando a la aceleración como el cambio de velocidad por unidad de tiempo.

— Redactar un informe dónde se destaquen los resultados y gráficas de las actividades anteriores, así como las conclusiones.

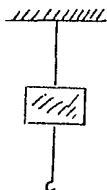
— Resolver problemas que impliquen el empleo de la segunda ley de Newton.

#### 2.4.- Enunciar e interpretar el principio de inercia

— Discusión grupal sobre los siguientes hechos: cuando un autobús frena bruscamente, los pasajeros son impulsados hacia adelante; al arrancar el autobús, los pasajeros son ahora impulsados hacia atrás; un patinador, después de adquirir cierta velocidad puede seguir avanzando sin hacer esfuerzo alguno; en un automóvil que avanza en línea recta, al girar hacia otra dirección, los ocupantes tienden a conservar su trayectoria rectilínea.

— Colocar sobre una mesa una hoja de papel con una parte fuera de la mesa y sostenerla con la mano. Poner una moneda sobre la hoja y con una regla golpear levemente el papel y observar. Regresar a la situación original pero ahora dar un golpe violento y observar.

— Colgar un objeto pesado mediante un cordón delgado. Del mismo objeto atar otro cordón ligero, como se ve en la figura siguiente



Jalar lentamente el cordón de abajo y anotar lo que sucede. Colocar de nuevo el arreglo original pero ahora tirar bruscamente del mismo cordón de abajo y observar lo que ocurre.

— Realizar una actividad en la que los alumnos construirán un "Disco de baja fricción"\*\*\* lubricado con aire. Dejar el disco en reposo, sin el globo, sobre la mesa de trabajo; señalar que fuerzas actúan sobre el disco y cuánto vale su velocidad.

\*\* Ver anexo 3 para detalles de su construcción



--- Impulsar el disco con el globo inflado sobre la mesa y reflexionar cuáles son las fuerzas que actúan ahora sobre el disco y cuánto vale su resultante. Medir la velocidad del disco para comprobar si el movimiento es rectilíneo uniforme.

--- Considerando las actividades anteriores, analizar la relación que existe entre el movimiento de los cuerpos y las acciones externas que tienden a modificarlo. En el caso del disco, a partir de las observaciones, enfatizar que cuando la suma de las fuerzas que se aplican sobre él es cero,  $\sum F=0$ , la velocidad de este es cero o se mueve con velocidad constante.

--- Concluir con el enunciado de la primera ley de Newton.

**2.5.- Reconocer la necesidad de utilizar marcos de referencia para ubicar puntos en el plano y describir el movimiento.**

--- Reflexión grupal sobre la siguiente situación: supóngase que una persona viaja en su automóvil, ¿se pueden considerar los asientos de éste en reposo o en movimiento?; ¿qué pensaría una persona que viera pasar el automóvil, de esta interrogante?

--- Analizar las posibles respuestas a esta situación para destacar la relatividad del movimiento, como el cambio de posición de un cuerpo respecto a otro a medida que transcurre el tiempo.

--- Buscar ejemplos de situaciones físicas donde se distinga que un cuerpo está en movimiento respecto a otro pero en reposo respecto a un tercero (reposo relativo).

--- Concluir que un mismo cuerpo puede encontrarse en reposo respecto a otro y a su vez, en movimiento respecto a un tercero. Aclarar que estos "cuerpos u objetos" constituyen un punto de referencia.

--- Definir el movimiento como, la variación de la distancia de un cuerpo con respecto a un punto fijo.

--- Analizar la siguiente actividad. Tomar un objeto con la mano y darle vueltas tomando al hombro como eje de giro o punto de referencia. Responder a lo siguiente; ¿cambia la distancia del objeto al punto de referencia?, ¿hay movimiento?. - Reflexionar sobre ésto para considerar que hay movimiento cuando se habla no de un punto de referencia sino de un sistema de coordenadas.

--- Plantear una nueva definición de movimiento. Investigar sobre los sistemas de coordenadas más usuales para describir el movimiento, señalando sus características; y ejercitarse en el manejo de las ecuaciones que relacionan un sistema con otro

2.6.- Reconocer el efecto de la fuerza de fricción en el movimiento.

- Discusión colectiva sobre los efectos de las fuerzas de fricción en el movimiento, sin mayores antecedentes.

- Efectuar la siguiente actividad: colocar sobre una -- mesa un objeto pesado (puede ser un libro o un ladrillo); fijar al mismo un dinamómetro o un resorte.

Tirar poco a poco del dinamómetro y observar si se mueve el cuerpo desde el comienzo o se debe aumentar el tirón para hacer que se mueva. Repetir varias veces para ver si el -- cuerpo se mueve al estirar el dinamómetro la misma cantidad. Procurar mantener el cuerpo en movimiento uniforme y observar si para lograr esto también se debe mantener el dinamómetro - estirado la misma cantidad.

- Colocar un bloque de metal o de madera sobre diferentes superficies: metálica seca; metálica húmeda; metálica engrasada; una mesa de madera; una superficie de vidrio, etc. Repetir el procedimiento anterior de tirar del bloque y observar si la fuerza de fricción cambia al variar la superficie - sobre la que se desliza el bloque.

- Realizar otra actividad. Colocar sobre la mesa un --- cuerpo de peso  $P$  y jalar del mismo con el dinamómetro, observando la fuerza  $F$  necesaria. Colocar sobre el primero un segundo cuerpo de igual peso  $p$  (pueden ser libros iguales o tabiques) y observar la nueva fuerza en el dinamómetro. Agregar un tercer cuerpo encima de los otros dos de igual peso  $p$ . Comprobar que la nueva fuerza en el dinamómetro es  $3 F$  y así sucesivamente.

-Hacer una tabla con los datos y graficar poniendo el peso  $p$  en el eje vertical y las fuerzas  $F$  en el eje horizontal

- Discutir primero por equipos y después en el grupo, para distinguir los factores que intervienen en este hecho, señalando en un diagrama de cuerpo libre las fuerzas que sobre él se ejercen.

- Concluir que la fuerza de fricción por deslizamiento depende de la naturaleza de las superficies en contacto y además es proporcional a la fuerza normal que se ejerce sobre las superficies. Establecer la expresión:

$$F_f = \mu N$$

señalando el significado de cada término.

- Colocar encima de una tabla o de una carpeta un objeto cualquiera y levantar poco a poco un extremo de la tabla. Repetir varias veces y verificar si el objeto comienza a resbalar al llegar a una inclinación fija de la tabla

- Discutir las observaciones primero en equipo y después en el grupo, para concluir que el coeficiente de fricción entre la madera y el objeto considerado depende sólo del ángulo de inclinación, es decir,

$$\mu = \tan \theta$$

- Sobre una mesa colocar un libro pesado unido a un dinamómetro mediante una cuerda y jalar hasta que se ponga en movimiento. Poner debajo del libro varios lápices paralelamente y separados unos centímetros entre sí; aplicar una fuerza hasta ponerlo en movimiento. Verificar que en el segundo caso la fuerza aplicada es menor que en el primero. Concluir que la fricción por rodadura es menor que la fricción por deslizamiento.

- Redactar un informe escrito de todos los resultados de las actividades relacionadas con las fuerzas de fricción. Agregar una lista de situaciones de la vida diaria en las que la fricción sea una desventaja y otra donde no lo sea.

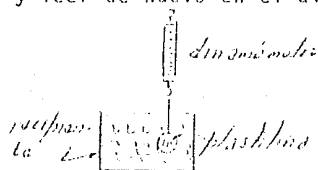
## 2.7.- Interpretar la tercera ley de Newton.

— Interrogatorio dirigido sobre estas cuestiones: ¿aparecen las fuerzas aisladas o por pares?, si aparecen por pares, ¿cómo es una fuerza respecto a su par?. Supóngase que usando unos palines se coloca una persona frente a un carrito como -- los usados en los supermercados, y le da un empujón, ¿se moverá el carrito?, ¿se moverá la persona?, ¿en que sentido?.

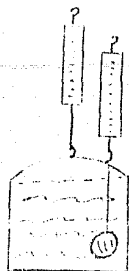
— Hacer el siguiente experimento. Sobre una mesa lisa colocar un pequeño imán y un clavo cuya diferencia en masa sea notoria. Aproximarlos hasta que la atracción sea evidente asegurándolos en esta posición. Mantener fijo el imán y soltar el clavo y observar lo que sucede. Regresar a la posición original y ahora mantener sujeto el clavo y soltar el imán. Comentar las observaciones.

— Inflar dos globos iguales y colgarlos de un soporte. -- Frotar los globos y después tratar de juntarlos. Anotar que sucede.

— Realizar otra actividad. En el extremo de un dinamómetro mediante un cordel colgar una bola de plastilina y leer su peso. A continuación sumergir la plastilina en un recipiente con agua y leer de nuevo en el dinamómetro (ver figura)



A continuación colgar de otro dinamómetro el recipiente con agua y anotar la lectura. Estando el recipiente con agua colgando del dinamómetro sumergir nuevamente la bola de plastilina -- como se muestra en la figura siguiente, y anotar la lectura -- de el primer dinamómetro;



Comparar las lecturas de los dinamómetros del recipiente con agua y la de la plastilina.

— Discutir primero por equipos, y luego en el grupo las observaciones y resultados de todas las actividades anteriores para llegar al significado de la tercera ley de Newton.

— Enunciar la tercera ley de Newton.

.... Investigar situaciones físicas de la vida diaria en las cuales esté presente la tercera ley de Newton.

— Entregar un informe escrito de estas actividades experimentales.

3.- Entender los conceptos de impulso y cantidad de movimiento.

3.1.- Definir la cantidad de movimiento de un cuerpo.

— Investigar bibliográficamente los conceptos de impulso y cantidad de movimiento lineal.

— Exposición por parte de un equipo, del tema investigado, para discutir en el grupo dichos conceptos. Interpretar su significado físico y naturaleza vectorial.

— Resolver problemas de aplicación de estos conceptos, manejando las unidades del impulso y de la cantidad de movimiento.

— Deducir las expresiones del impulso y cantidad de movimiento lineal, a partir de las leyes de Newton de la mecánica estableciendo la relación que hay entre ellas.

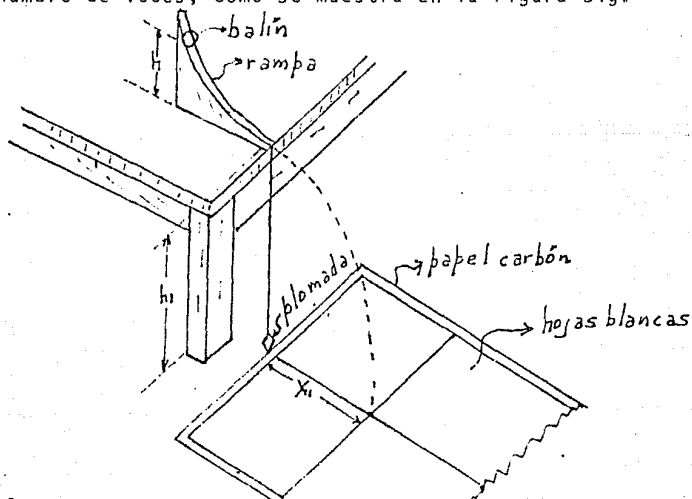


3.2.- Verificar el principio de la conservación de la cantidad de movimiento lineal entre dos cuerpos que chocan.

— Realizar un experimento, para demostrar el principio de la conservación de la cantidad de movimiento, diseñado por el grupo.

— Analizar las diferentes propuestas y escoger una; o diseñar una actividad a partir de esas propuestas.

— Una actividad alternativa puede ser la siguiente.\*\* Sobre la mesa colocar una rampa de manera que coincida su extremo con la orilla de la mesa. De una cierta altura  $h$ , a partir de la mesa (10 cm. por ejemplo), dejar correr un balón por la rampa y que caiga al piso sobre unas hojas de papel blanco - que tienen por debajo hojas de papel carbón para registrar -- los puntos de impacto del balón. Repetir varias veces hasta definir el "punto" (una pequeña área) donde cae el balón el mayor número de veces, como se muestra en la figura sig.



\*\* Para mayor claridad consultar: PSSC. Guía del laboratorio de Física. México, Reverté, 1973. pp. 63-65.

— Medir la altura de la caída  $h_1$ , la masa  $m_1$  del balón y la altura  $h$  de la rampa.

— Soltar el balón desde la altura  $h$  y medir la distancia  $X_1$  de la plomada al punto de impacto.

— Calcular la cantidad de movimiento del balón en el momento de tocar el suelo, con la expresión  $p_1 = m_1 v_1$  y conservar este resultado.

— Discutir cómo calcular la velocidad del balón, para -- llegar a la expresión

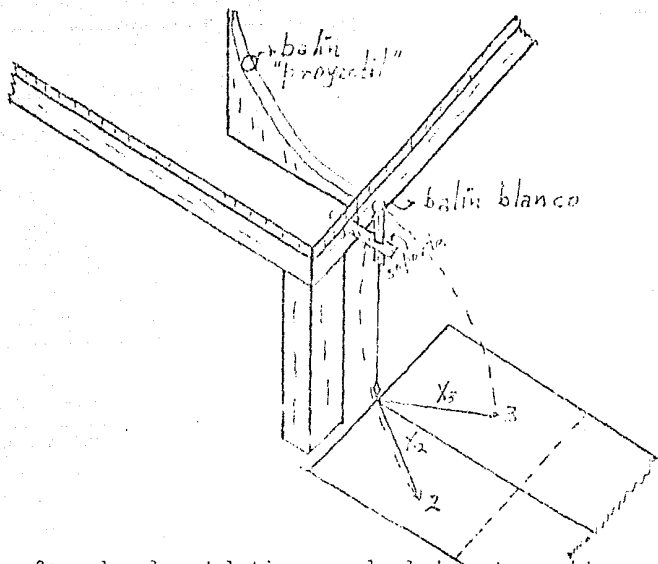
$$v_1 = \frac{X_1}{t}$$

— Analizar la forma de medir el tiempo para obtener que

$$t = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$$

— A continuación colocar otro balón de masa  $m_2$  en el extremo de la rampa o mejor dicho cerca de su extremo y de la grilla de la mesa, sobre un soporte o base, de manera que reciba un impacto del balón que rueda. Después del choque, registrar los puntos de impacto de los balines en el papel. Es importante que se suelte el balón siempre de la misma altura  $h$ . Hacer previamente varios ensayos.

— Marcar con los números 2 y 3 los puntos donde caen los balines después del choque. Medir las distancias horizontales  $X_2$  y  $X_3$  del punto de referencia (plomada) a los puntos de los impactos, como se ilustra en la figura siguiente:



— Con el valor del tiempo calculado antes, obtener la -- magnitud de las velocidades de los balines que chocaron,

$$v_2 = \frac{X_2}{t} \quad \text{y} \quad v_3 = \frac{X_3}{t}$$

— Cuantificar la cantidad de movimiento de cada balín al caer al suelo, esto es,  $p = mv$ . Repetir el procedimiento varias veces hasta asegurarse de que se están haciendo bien las cosas.

— Analizar los resultados para comprobar si se conserva la cantidad de movimiento, es decir, si la cantidad de movimiento del primer caso (sin choque) se reparte entre los dos balines en el caso del choque.

— Dibujar sobre el papel los vectores que representan las velocidades después del choque. Sumar gráficamente los dos vectores con la regla del paralelogramo. ¿Qué relación existe entre la suma vectorial de las dos cantidades de movimiento después del choque y la cantidad de movimiento sin choque?, ¿se conserva la cantidad de movimiento en estas interacciones? Discutir por equipos primero y después en el grupo, las res --

puestas a estas cuestiones, justificando las razones de sus afirmaciones

— Comentar que implicaciones tendría el usar balines de masas iguales. Comprobar las respuestas experimentalmente.

— Concluir esta actividad con el enunciado de la ley de la conservación de la cantidad de movimiento o momento.

\_\_\_ Entregar un reporte escrito de esta actividad.

\_\_\_ Resolver problemas ilustrativos en los que se maneje el concepto de la conservación del momento.

4.- Conocer los conceptos de trabajo y potencia señalando la relación que hay entre ellos.

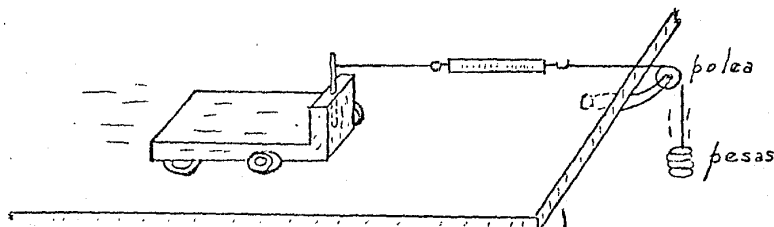
4.1.- Definir Trabajo para el movimiento de un cuerpo en una y dos dimensiones. Resolver problemas de aplicación.

— Lluvia de ideas sin mayores antecedentes, sobre el concepto cotidiano de trabajo.

— Diseñar por equipos, un experimento para visualizar el concepto de trabajo mecánico, con la intervención de los factores "fuerza" y "desplazamiento".

— Comparar las diferentes propuestas y escoger una, o elaborar una nueva con las aportaciones de todos los equipos, cuidando que la fuerza y el desplazamiento tengan la misma dirección.

— Una alternativa puede ser la siguiente. Usar un carrito que ruede bien (o un deslizador en el riel de aire), el cual estará unido a unas pesas mediante un hilo. Intercalar un dinamómetro, entre el carrito y las pesas. Agregar pesas sucesivamente hasta que el carrito alcance un movimiento rectilíneo uniforme. Medir una cierta distancia fija "d" que será recorrida por el carrito, como se muestra en la siguiente figura.



-- Discusión grupal sobre los resultados obtenidos para - destacar que se habla de "trabajo" cuando al aplicar una fuerza (pesas) medida en el dinamómetro a un cuerpo (carro) lo des- plaza una cierta distancia.

-- Formalizar el concepto trabajo y su expresión matemáti- ca como  $T = F \cdot d$ , destacando su naturaleza escalar. Indicar - las unidades para medir el trabajo.

-- Diseñar un experimento para calcular el trabajo hecho por una fuerza constante cuya dirección sea diferente a la a la dirección del desplazamiento. Medir el ángulo -- entre ambas direcciones. Reflexionar sobre las característi-- cas de la fuerza que está realizando el trabajo y cómo podría conocerse su magnitud. Medir la distancia recorrida por el ob- jeto y calcular el trabajo con la expresión

$$T = F \cdot d \cos \theta$$

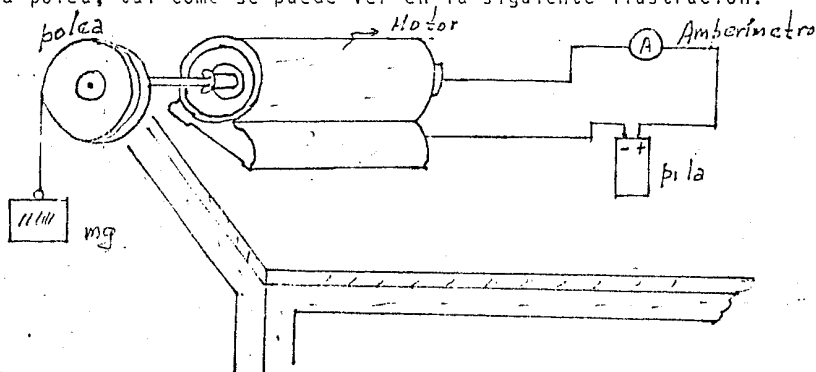
-- Entregar un reporte de esta actividad.

-- Resolver problemas donde se aplique el concepto de tra- bajo, incluyendo la fricción, así como el manejo de las unida- des de trabajo.

4.2.- Conocer y manejar el concepto de potencia y su relación con el trabajo. Resolver problemas de aplicación.

— Comentar la idea que se tiene de potencia comunmente.

— Efectuar la siguiente actividad. Utilizar un pequeño motor eléctrico (como los de carrito de juguetes) movido por una pila, para levantar un objeto no muy grande a través de una polea, tal como se puede ver en la siguiente ilustración.



— Probar con diferentes pesos hasta obtener una velocidad de ascenso constante y que se pueda medir.

— Tomar el tiempo que tarda el objeto en subir una altura "h" conocida. Calcular el trabajo hecho por el motorcito para elevar el cuerpo, con la expresión  $T = \vec{F} \cdot \vec{d}$ . Discutir cuál es la fuerza que hay que considerar y cuánto vale su magnitud.

— Utilizar, en todos los equipos de trabajo, objetos del mismo peso, pero con motorcitos diferentes y comparar los tiempos que emplearon para hacer sus trabajos.

— Con esos resultados, definir el concepto de potencia -

como la rapidez de realizar trabajo (o rapidez para transmitir energía en forma de trabajo). Establecer su expresión matemática como

$$\text{Pot} = \frac{\text{trabajo}}{\text{tiempo}}$$

— Con la distancia o altura  $h$  conocida y el tiempo medido, calcular la velocidad de subida del objeto y compararlo con el resultado anterior obtenido por el otro procedimiento, para definir una forma diferente de la potencia

$$\text{Pot} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

— Aplicar estos conceptos para resolver problemas de potencia, ejercitándose en el manejo y conversión de las diferentes unidades para medir la potencia.

— Si las condiciones (y el tiempo) lo permiten, calcular la eficiencia del motor, comparando la potencia entregada—se puede calcular con la expresión  $P=VI$ —, medidos con el amperímetro y el voltaje de la pila, con la potencia calculada al efectuar el trabajo, es decir,

$$\text{Efic.} = \frac{\text{potencia medida}}{\text{potencia entregada}}$$

— Comparar los resultados entre los diferentes motores

— Entregar un informe de estos resultados.



5.- Explicar la relación que existe entre el trabajo y potencia con la energía.

5.1.- Enlistar los diferentes tipos de energía. Conocer los beneficios que brinda.

— Reflexión colectiva acerca de las ideas o conceptos - que se tienen de la energía, dando ejemplos de las formas - más conocidas de ella.

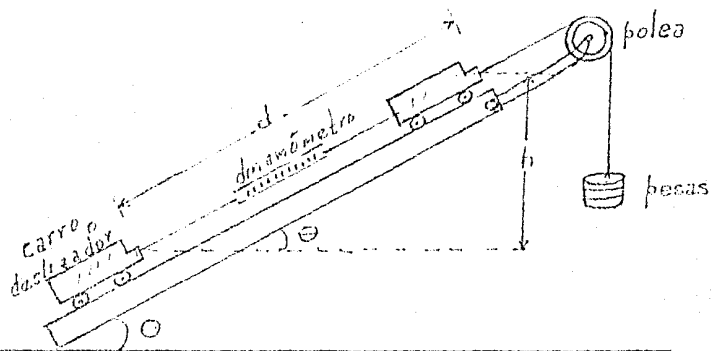
— Investigación bibliográfica sobre la energía, sus formas, transformaciones y beneficios que brinda.

— Exposición oral por parte de un equipo del tema anterior, para discutir los aspectos antes mencionados de la energía.

5.2.- Relacionar la energía cinética y potencial con el concepto de trabajo.

— Efectuar un experimento con un riel de aire, un deslizador, una polea, un juego de pesas y un hito. Si no se tiene riel de aire usar un plano inclinado y un carrito que rueda sin dificultad.

— Disponer el equipo como se ilustra en la siguiente figura



— Discutir por equipos, las consideraciones que hay que tomar en cuenta para obtener resultados satisfactorios.

— Colocar las pesas necesarias hasta que el movimiento del carro sea con velocidad uniforme. Intercalar, si se cree necesario, un dinamómetro para conocer la magnitud de la fuerza que hace subir el deslizador o carro.

— Hacer un diagrama de cuerpo libre del carro para conocer las fuerzas que están actuando sobre él. Reflexionar si debe despreciarse o no la fricción.

— Con el valor de la distancia " $d$ " recorrida por el carro y la magnitud de la fuerza medida (o calculada) encontrar el trabajo necesario para elevar el carro la altura  $h$ . A partir

del diagrama de cuerpo libre y con la masa del carro, encontrar el valor de la fuerza que hace subir el carro:

$P_x$  = componente del peso paralela al plano =  $mg \text{ sen } \theta$ .  
entonces

$$\text{trab} = mg \text{ sen } \theta \cdot d$$

-- Por construcción, de la figura obtener que

$$mg \text{ sen } \theta = h$$

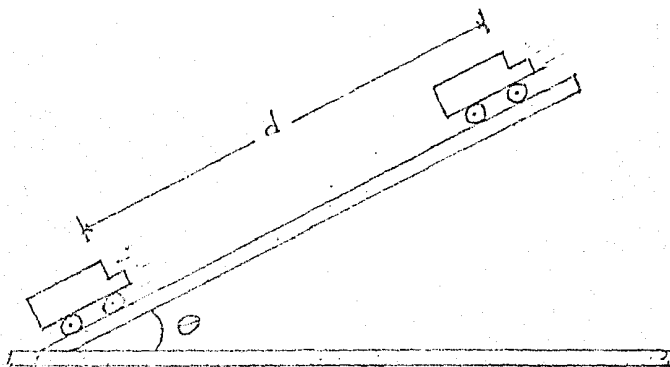
por lo tanto

$$\text{trab} = mgh.$$

-- Reflexionar sobre el hecho de que esa energía que se emplea en subir al carro queda almacenada en él. Definir, a partir de esta reflexión el concepto de "energía potencial -- gravitacional". Indicar su expresión matemática y sus unidades de medición.

-- Calcular el trabajo hecho por la pesa, con la altura recorrida por ella y su magnitud. Comparar este resultado con el obtenido antes, para conocer el trabajo, y llegar a una conclusión.

-- Como segunda fase de este experimento, dejar libre el deslizador o carro desde el punto donde estaba en el caso anterior para que "caiga" por sí solo hasta el punto donde se encontraba originalmente, como se puede ver



— Medir el tiempo que tarda el carro en recorrer la misma distancia "d" de subida.

— Reflexionar sobre qué tipo de movimiento tiene el carro al descender y qué le ocurre al trabajo (o energía almacenada en el carro) cuando éste se hallaba en el punto más alto del riel o plano inclinado.

— Interpretar los razonamiento y deducir, a partir de la segunda ley de Newton y las expresiones del movimiento uniforme acelerado la expresión para la energía cinética; mencionar las unidades en que se mide esta clase de energía.

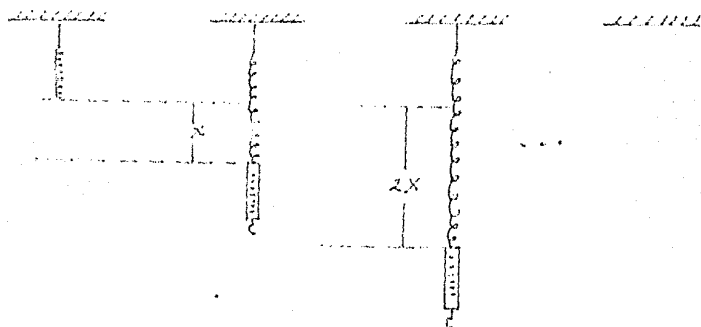
— Concluir cómo el trabajo para subir el carro, se transforma en energía potencial y ésta a su vez en energía cinética al dejar libre el carro.

— Entregar un informe de estos experimentos.

— Resolver problemas en los que se apliquen todos estos conceptos.

### 5.5.- Caracterizar la energía potencial elástica

— Efectuar la siguiente actividad. Colgar un resorte (no muy rígido) de un soporte y medir su longitud inicial. Con un dinamómetro (o en su lugar, colgar pesas sucesivamente) estirar el resorte una distancia "x" y tomar lectura de la fuerza necesaria (o valor de las pesas); alargar ahora el resorte una distancia 2x y anotar la fuerza; repetir este procedimiento unas tres o cuatro veces más o hasta que el resorte no rebase su límite elástico:



— Poner en una tabla de datos los resultados de los alargamientos "x" y de las fuerzas F (en N). Con estos datos dibujar una gráfica F-x. Calcular la pendiente de la recta e interpretar su significado físico;  $F = kx$

— Determinar el área bajo la curva (de la gráfica anterior) y reflexionar qué representa. Destacar que el trabajo hecho por una fuerza variable, como la del resorte, no se puede calcular directamente con la expresión  $T = F \cos \theta$ .

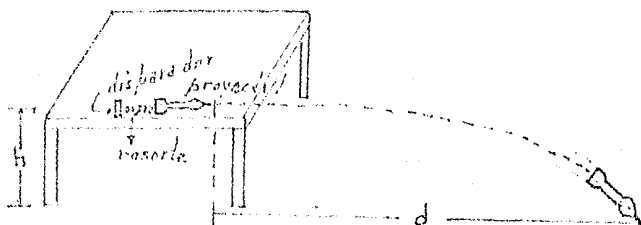
— Con el valor del área calculada, formalizar la expresión de la energía potencial elástica,  $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ .

— Entregar un informe de esta actividad. Resolver problemas de aplicación con el manejo de sus unidades.

5.4.- Enunciar y explicar el principio de la conservación de la energía mecánica.

— Diseñar por equipos, un experimento para demostrar la conservación de la energía. Comparar las propuestas y escoger una, o construir otra a partir de todas las ideas.

— Una actividad puede ser como la siguiente: con un "proyectil" de juguete, de masa " $m$ " conocida, e impulsado por un resorte (como los usados en algunas plumas), hacer lo siguiente. Colocar el proyectil lo más horizontal posible sobre una mesa y "dispararlo", como se ilustra en la figura que sigue.



— Tomar el tiempo " $t$ " que tarda en recorrer la distancia horizontal " $d$ ", medir ésta y la altura " $h$ " sobre el nivel del piso al proyectil.

— Analizar como se puede demostrar el principio de la conservación de la energía, sin considerar la resistencia del aire.

— concluir que

$$E_{\text{elás}} + E_{\text{pot}} = E_{\text{c}}, \quad \text{esto es}$$

$$\frac{1}{2}kx^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{ó} \quad v^2 = \frac{kx^2}{m} + 2gh$$

— Medir, como en el caso del objetivo 4.5 (Ley de Hooke)

la constante del resorte, así como la distancia "x" que se comprime el resorte. Discutir cómo calcular la velocidad con que cae el proyectil, para obtener

$$v^2 = \left(\frac{d}{t}\right)^2 + 2gh$$

-- Comparar las dos últimas expresiones de la velocidad y obtener

$$\frac{kx^2}{m} = \frac{d^2}{t^2}$$

de donde

$$k = \frac{md^2}{x^2t^2}$$

-- Comparar los valores de k obtenidos en las dos formas y llegar a una conclusión.

-- Redactar un informe escrito de esta actividad.

-- Investigar bibliográficamente, el principio de la conservación de la energía. Exponer, por parte de un equipo, el tema investigado, recalcando el hecho de que la energía potencial del resorte (en este caso) se transforma en energía cinética de movimiento.

-- Enunciar el "principio de la conservación de la energía", generalizando a todos los tipos de energía en la naturaleza, resaltando la importancia que tiene para el mejor entendimiento de los fenómenos naturales. Investigar algunos ejemplos y aplicaciones de este principio.

## BIBLIOGRAFIA PARA LA UNIDAD I

- Alvarenga Alvares, B. y Máximo Ribeiro Da Lus, A. Física General: con experimentos sencillos. México, Harla, 1983. 976 p.
- Alonso, M. y Rojo, O. Física: mecánica y termodinámica. México, Fondo Educativo Interamericano, 1979. 454 p.
- Barrios R, Alberto (et al). Prácticas de física 1-2: (Tronco común). Mexico, Publicaciones Cultural, 1986 87 p.
- González Menéndez, Juan A. La ley del paralelogramo y el abanico de fuerzas. México, UNAM-Facultad de - Ciencias, 1987.
- Haiztegui, A.P. y Sabato, J. Introducción a la física. Buenos Aires, Kapelusz, 1973. vol 1.
- Schaim, Uri Haber (et al). Física: P.S.S.C. 3 ed. -- México, Reverte, 1973, vol 1.
- Williams, John E; Trinklein, F.E. y Melcalfe, H.C. Física moderna. México, Interamericana, 1984. 660 p.
- Horones, Gregorio. Prácticas de laboratorio de Física Texto complementario del libro Física General de Alvarenga. México, Harla, 1979. 169 p.
- González Menéndez, J.A. y Núñez Cabrera, M. Gráficas y ecuaciones empíricas: análisis e interpretación de datos experimentales.(Texto programado). México, Limusa, 1988. 148 p.
- Cotto, Ana María. (et al). El mundo de la física. México, Trillas, 1983. vols. 2-6.



## UNIDAD II.

### TERMODINAMICA.

#### OBJETIVO PARTICULAR

1.- Reconocer a la temperatura como una propiedad intensiva de la materia y los efectos que en ésta produce.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1.1.- Analizar la noción intuitiva de Temperatura.

#### ACTIVIDADES SUGERIDAS.

- Lluvia de ideas sobre el concepto cotidiano que se tiene de la temperatura, y su forma de percibirla.

Realizar la siguiente actividad: en un recipiente (de un litro) agregar agua con un vaso más pequeño. Tomar notas del volumen, de la masa y de la temperatura cada vez que se agregue agua.

- Discutir los resultados señalando que al adicionar volúmenes o masas, aumentan esas magnitudes, lo que no ocurre con la temperatura.

- Identificar a la masa y el volumen como propiedades extensivas de la materia y la temperatura como una propiedad intensiva que no se puede adicionar.

1.2.- Reconocer la necesidad de usar termómetros para medir temperaturas, así como las relaciones entre las diferentes escalas termométricas.

— Realizar la siguiente actividad: que los alumnos, en un recipiente calienten agua sin que hierva; en otro recipiente poner agua fría; en un tercer recipiente poner agua tibia. A continuación meter una mano en el agua fría y la otra en la caliente durante unos segundos; sacar las manos y meterlas en el agua tibia. Comentar las observaciones de este hecho, para llegar a reconocer la necesidad de utilizar un instrumento que sea más confiable que nuestros sentidos para medir el grado de "frío" o "caliente" de los cuerpos.

— Comentar sobre lo que puede ocurrir en la materia cuando varía su temperatura. Señalar que propiedades pueden cambiar al cambiar la temperatura, tales como: el volumen de un líquido, la presión de un gas a volumen constante, el largo de una varilla, entre otras.

— Investigar acerca de las escalas termométricas más conocidas y señalar sus características.

— Deducir las expresiones matemáticas que relacionan las diferentes escalas más usuales.

— Resolver problemas que impliquen el uso de dichas escalas así como las conversiones de temperatura de una escala a otra.

— Construir un termómetro sencillo ( puede ser de alcohol) mostrando sus características y la propiedad termométrica en que se basa.

1.3.- Identificar la dilatación de los cuerpos como un fenómeno en donde intervienen los cambios de temperatura.

- Recordar los efectos que en los cuerpos producen las variaciones de temperatura.

- Discutir sobre el hecho de que las dimensiones de los cuerpos aumentan cuando se eleva su temperatura.

- Comprobar lo anterior con una esfera metálica que pueda pasar a través de un aro metálico cuando ambos están a temperatura ambiente. Calentar la esfera e intentar pasar de nuevo por el aro sin calentar.

- Comentar lo observado y buscar una explicación a este fenómeno. Presentar un modelo de la estructura de la materia para entender este comportamiento.

- Reflexionar sobre los factores que influyen en la dilatación de los cuerpos, y señalarlos. Concluir que la dilatación depende de las dimensiones iniciales del cuerpo, del aumento de temperatura y del tipo de material que se estudie.

- Deducir las expresiones matemáticas para calcular la dilatación lineal, superficial y volumétrica de los sólidos así como para conocer el coeficiente de dilatación de algunos materiales.

- Aplicar los conceptos anteriores para explicar la dilatación de los líquidos, resaltando que en ellos sólo la dilatación volumétrica tiene sentido. Mencionar la dilatación del agua y su importancia para la vida.

- Dar ejemplos de la vida cotidiana, dónde se observen o detecten fenómenos de dilatación y su importancia.

- Resolver problemas numéricos para ejercitarse en el manejo de estos conceptos.

2.- Utilizar el comportamiento de los gases para describir el modelo corpuscular de los mismos, así como dar una interpretación cinética de la temperatura.

2.1.- Determinar las variables físicas fundamentales que intervienen en el estado gaseoso.

- Interrogatorio dirigido sobre las características de los gases, para señalar al estado gaseoso como una fase importante de la materia, por los fenómenos que en ella se presentan.

- Establecer cuáles variables intervienen en el estado gaseoso, destacando aquellas que son fundamentales para explicar su comportamiento.

- Definir los conceptos de presión, volumen, temperatura y masa de un gas. Diferenciar de entre éstas, las propiedades extensivas de las intensivas.

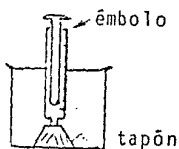
- Lluvia de ideas sobre la manera de medir esas propiedades en los gases, así como las unidades que les corresponden.

2.2.- Establecer la relación entre el volumen de una masa gaseosa y la presión que soporta, a temperatura constante.

- Diseñar por equipo, un experimento que permita establecer la relación que existe entre el volumen de una masa de gas conocida y la presión de éste, cuando se mantiene constante la temperatura.

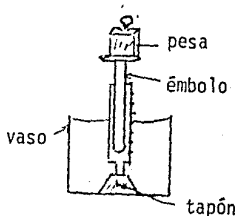
- Seleccionar el diseño más apropiado, o conformar uno sólo a partir de todas las propuestas para realizar el experimento.

- Una actividad alternativa puede ser como la que se describe a continuación: en un vaso o recipiente amplio colocar en el fondo un tapón de hule, y encima de él poner una jeringa como se ve en la figura que sigue



- Ajuste una determinada cantidad de aire en la jeringa separándolo del tapón. Si se desprecia el peso del embolo, puede suponerse que la presión ejercida por el aire encerrado es igual a la presión que ejerce la atmósfera (585 mm de Hg en la ciudad de México). Tomar nota del volumen inicial marcado en la jeringa.

- Variar la presión externa agregando pesas al embolo, tal como se ve en la siguiente figura



- Medir el volumen correspondiente a cada nueva pesa agregada, hasta que el volumen del gas lo permita.

-- Registrar en una tabla de datos V-P, los resultados obtenidos y hacer una gráfica de presión contra volumen con esos datos.

- Analizar la gráfica resultante para interpretar el significado físico del comportamiento de ambas variables. Comentar como cambia la densidad del gas al cambiar la presión, para concluir que

$$p \propto 1/V \quad \text{y} \quad \rho \propto p, \quad \text{con } T = \text{cte.}$$

donde  $\rho$  es la densidad.

- Formalizar y enunciar la ley que explica este comportamiento del gas. Investigar bibliográficamente la ley de Boyle.

- Redactar un informe con los resultados de esta actividad

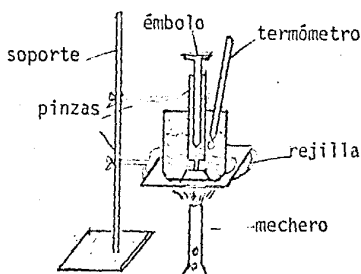
-- Resolver problemas numéricos donde se apliquen estos nuevos conceptos.

-- Si el tiempo lo permite, completar esta actividad, trazando una gráfica de la presión contra el inverso del volumen y obtener sus conclusiones.

2.3.- Establecer la relación entre el volumen de una masa gaseosa y su temperatura, a presión constante.

- Diseñar una actividad experimental para relacionar la variación de volumen de una masa de gas, con la variación de su temperatura, cuando se mantiene constante la presión.

- Se puede realizar un experimento como el que se describe con el mismo equipo y material utilizado en la actividad anterior, montar el equipo como se ilustra a continuación.



- Poner ahora un poco de agua en el vaso y colocar el tapón en el fondo para que sirva de apoyo a la jeringa, la cual contiene un volumen inicial de aire a temperatura inicial (temperatura ambiente). Tomar nota de este volumen y temperatura iniciales.

- Tomar la temperatura cada vez que el émbolo alcance una de las divisiones más pequeñas de la jeringa.

- Anotar en una tabla de datos  $V - T$ , los resultados observados y hacer una gráfica de volumen contra temperatura. Analizar la gráfica resultante para interpretar el significado físico del comportamiento de las dos variables. Concluir que el cambio de volumen es directamente proporcional al cambio de temperatura, esto es,  $V \propto T$ . Enunciar la ley que explica este comportamiento.

- Reflexionar como cambia la densidad del gas en este caso, para llegar a que  $\rho \propto 1/T$ .

2.4.- Reconocer que todos los gases tienen el mismo coeficiente de dilatación.

- Reflexionar sobre los dos últimos procesos anteriores,-- donde cambia el volumen de un gas al variar, primero la temperatura (a presión constante) y después al cambiar la presión (a temperatura constante), para generalizar este comportamiento a todos los gases y concluir, que éstos tienen el mismo coeficiente de dilatación a diferencia de los sólidos y líquidos.

- Para comprobar esta aseveración, realizar un experimento con los gases  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}^+$ . Usar volúmenes iguales de dichos gases y por desplazamiento de agua, medir las variaciones de volumen al variar la temperatura del gas. Se puede seguir también el procedimiento utilizado en el caso anterior (objetivo 2.3) con la jeringa y el tapón.

- Hacer las gráficas de temperatura contra volumen. Analizar esas gráficas y si las variaciones de volúmenes son iguales, con los mismos cambios de temperatura, concluir que sus coeficientes de dilatación son iguales.

- Extrapolar las gráficas anteriores para determinar en que punto del eje de las temperaturas cortan las rectas experimentales. Discutir sobre el concepto de "cero absoluto" en temperaturas en la escala Kelvin.

- Presentar un informe escrito sobre esta actividad.

- Señalar que estos procesos que describen los cambios de estado de una masa gaseosa son válidos sólo para el gas ideal y que para los gases reales se puede aceptar este comportamiento con buena aproximación.

\* El procedimiento para obtener estos gases se trató en el curso de Química I.



2.5.- Determinar la relación entre la presión, volumen y temperatura de una masa gaseosa para enunciar la ley general del estado gaseoso.

- Investigar sobre la ley de Avogadro de los gases interpretando el significado físico del Número de Avogadro. Recordar los conceptos de masa molecular y de "mol".

- A partir de los resultados obtenidos en las actividades inmediatamente anteriores de los cambios de estado de una masa gaseosa, obtener la expresión que relaciona las variables de estado estudiadas. Utilizar el concepto de densidad del gas y su relación con la presión y la temperatura del mismo,  $\rho \propto P$ ;  $\rho \propto 1/T$  y  $\rho \propto M$ ; ( $M$ = masa), así como los conceptos de mol y masa molecular.

- Formalizar la expresión que identifica a la "ecuación general de un gas ideal" como

$$PV = nRT$$

señalando el significado de cada una de las variables que en ella intervienen, así como la importancia de la constante universal de los gases "R", señalando su valor numérico. Discutir el concepto "gas ideal".

- Resolver problemas sencillos de estos procesos de cambios de estado del gas, al cambiar una de sus variables.

2.6.- Describir el comportamiento de un gas a través de un modelo corpuscular.

- Construir un modelo para describir el comportamiento de un gas por medio del movimiento de sus partículas.

- Establecer cuáles son las características de dicho modelo de acuerdo a las leyes experimentales ya conocidas.

- En base a este modelo, aplicar las leyes de la mecánica al movimiento de las partículas del gas y deducir la expresión para conocer la presión que ejerce el gas en función del número total de moléculas  $N$ , el volumen  $V$ , la masa  $m$  de las moléculas y su velocidad.

- Definir el concepto de temperatura en función de la energía cinética de las moléculas, deduciendo su expresión como

$$\bar{E}_c = \frac{3}{2} K T$$

resaltando el significado de la constante "K".

- Resolver problemas donde se apliquen estos conceptos.

3.- Reconocer al calor como una forma de energía, sus formas de transmisión y su relación con el trabajo.

3.1.- Reconocer al calor como energía, a través del desarrollo histórico.

- Comentar en el grupo, sin mayores antecedentes, sobre las ideas que se tienen del concepto calor.

- Investigación bibliográfica del desarrollo histórico de la termodinámica para resaltar los trabajos de Black sobre el "calórico". De Thompson (Conde Rumford) sobre el calor como forma de energía, hasta el experimento de Joule.

- Exposición oral por un equipo, de la investigación anterior destacando las contribuciones más importantes de esos investigadores.

- Investigación bibliográfica acerca de las ideas de Carnot de la equivalencia del calor y la energía mecánica. De Joule sobre el establecimiento del "equivalente mecánico del calor". Determinar las unidades de calor.

- Exposición oral, por parte de un equipo de trabajo, de lo investigado antes.

- Discusión grupal para resaltar los aspectos más significativos del tema tratado.

3.2.- Distinguir las diferentes formas de transmisión del calor.

- Realizar la siguiente actividad: en un recipiente poner a hervir agua junto con algunas varillas o láminas de diferentes materiales; cobre, hierro, aluminio, madera, vidrio, etc. procurando que sobresalgan parte de las varillas del recipiente. Cuando el agua esté en ebullición, poner, con mucho cuidado, cera sobre las varillas y observar que sucede. En base a estas observaciones, clasificar a los materiales en conductores y en malos conductores del calor.

- Reflexionar sobre la explicación de porqué se transmite así el calor; llegar al modelo corpuscular de la materia.

- Comentar sobre otras posibles formas de transmitir el calor para concluir con la radiación y convección como formas de transmitirse, aclarando la manera en que éstas ocurren.

- Cuestionar sobre el caso particular de la sensación de "frío" en el cuerpo humano. ¿Cuál es la acción de un abrigo?.

- Destacar que el calor se transmite de un cuerpo a otro, virtud de una diferencia de temperatura entre ellos, y que esa transmisión provoca en el cuerpo un cambio en su energía. Discutir y definir el concepto de "energía interna" en los cuerpos.

3.3.- Identificar a la capacidad térmica y al calor específico como propiedades de la materia.

- Realizar la siguiente actividad. Colocar una cierta cantidad conocida de un metal (puede ser cobre) dentro de un recipiente con agua en ebullición (92°C en la ciudad de México) durante unos cinco minutos. Inmediatamente se pasa el metal a una masa también conocida de agua a temperatura ambiente (de preferencia usar un calorímetro), y después de otros cinco minutos medir la temperatura final de equilibrio del metal y -- del agua.

- Repetir el procedimiento, pero ahora cada equipo usará un metal diferente, pero de la misma cantidad de masa. Cuidar también que las cantidades de agua sean las mismas para todos

- Tomar las temperaturas finales de equilibrio, y analizar los resultados reflexionando sobre el hecho de que todos los metales recibieron, aproximadamente, la misma cantidad de calor (por estar el agua en ebullición, en la misma cantidad e igual tiempo), pero no absorbieron la misma cantidad, ya -- que así lo demuestran las diferentes temperaturas de equilibrio.

- Definir la "capacidad térmica o calorífica" como la relación entre el calor recibido por el cuerpo y el cambio de -- u temperatura, esto es:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

señalando sus unidades de medición.

- Con el mismo equipo anterior, utilizar ahora un mismo -- metal, pero variando su masa en cada equipo; medir la temperatura de equilibrio, para concluir que la cantidad de calor absorbido por el cuerpo depende de su masa y del cambio de temperatura, es decir,

$$\Delta Q \propto m \Delta T.$$

-- Definir el "calor específico" de los cuerpos como una propiedad de la materia que permite diferenciarla, pues es característica de cada sustancia.

-- Definir la cantidad de calor cedido o recibido por un cuerpo como:

$$\Delta Q = cm \Delta T$$

señalando el significado de cada término con sus respectivas unidades de medición.

- Realizar una actividad experimental para comprobar estos resultados determinando el calor específico de un metal no utilizado antes y comparar el resultado con el valor aceptado teóricamente.

- Redactar un informe escrito de dicho experimento.

- Resolver problemas numéricos para reafirmar los nuevos conceptos aprendidos.

4.- Enunciar e interpretar las leyes de la termodinámica

4.1.- Determinar el trabajo realizado en una variación de volumen.

- Comentar sobre los conceptos "sistema físico" y "vecindad del sistema", para definirlos. Mencionar ejemplos.

- Suponer o pensar en la siguiente situación: sea un gas encerrado en un cilindro provisto de un émbolo o pistón. A partir de los conceptos: fuerza, distancia recorrida por el émbolo, cambio de volumen, obtener la expresión,

$$T = p\Delta V \quad T(\text{trabajo})$$

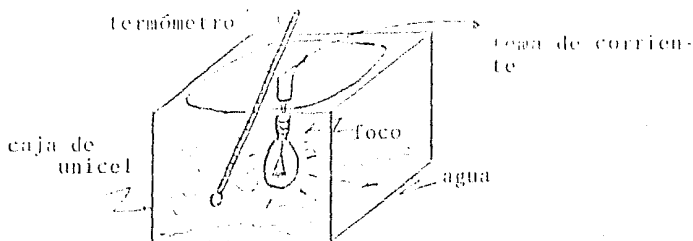
con la condición de que la presión permanezca constante (transformación isobárica).

- Analizar la expresión anterior obtenida para señalar que se realiza trabajo cuando el gas se expande o se comprime a presión constante. Diferenciar el trabajo positivo (hecho por el sistema), del trabajo negativo (hecho sobre el sistema).

- Resolver problemas numéricos aplicando estos conceptos.

4.2- Determinar el calor específico del agua. Calcular el Equivalente Mecánico del Calor.

- Realizar el siguiente experimento: en una caja de unicel ( como el usado en los tortilleros, por ejemplo), he-  
char una cantidad conocida de agua (pueden ser 500 gramos) y  
tomar su temperatura inicial,  $T_i$ . A continuación introducir  
en el agua un foco de 60 ó 100 watts de potencia. Dejarlo ahí  
unos tres minutos ( puede ser otro el tiempo), procurando no  
mojar los polos del foco, ya que se halla conectado a la lí-  
nea de corriente. Transcurrido ese tiempo, tomar la temperatu-  
ra final del agua,  $T_f$ , tal como se ve en la figura siguiente:



- Con los datos medidos, calcular el calor específico del  
agua. Reflexionar sobre la manera de hacer este cálculo, para  
llegar a la expresión

$$\Delta Q = cm\Delta T$$

Con la potencia del foco, calcular la energía, en Joules, ce-  
dida al agua en forma de calor, es decir,

$$\text{potencia} = \frac{\text{energía}}{\text{tiempo}}$$

entonces

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \quad \text{ó} \quad c = \frac{E}{m\Delta T}$$

Comentar el resultado, para definir el concepto de "equi-  
valente mecánico del calor". Investigar el desarrollo históri-  
de este concepto.

- Redactar un informe escrito de este experimento.



- Recordar el concepto de energía interna. Discutir qué ocurre con la energía interna cuando un sistema pasa de un estado inicial a otro estado final, como el caso del agua al recibir energía del foco, interactuando con su vecindad, ya sea absorbiendo o liberando calor, y en otras ocasiones efectuando o recibiendo trabajo.

- A continuación, suponer o pensar en un cilindro con un émbolo (o si se prefiere, puede usarse el diseño de la jerín ya visto antes en el caso de los gases) que contiene un gas (aire). Sométase a la flama de un mechero dejando que el émbolo se mueva libremente.

- Analícese lo que ocurre con la energía interna del gas, con la temperatura y con la capacidad de realizar un trabajo por parte del gas.

- Reflexionar que ocurre con la cantidad de calor que recibe el gas para concluir que una parte de él se utiliza en cambiar la energía interna (cambio de temperatura) y otra parte en realizar un trabajo (elevar el émbolo). Enunciar la expresión;

$$Q = (U_f - U_i) + W$$

señalando el significado de cada uno de sus términos.

- Destacar que en el proceso se cumple la ley de la conservación de la energía.

- Enunciar la primera ley de la termodinámica, escribiendo su expresión matemática y definiendo cada uno de sus términos.

- Resolver problemas numéricos relacionados con este tema para reafirmar estos nuevos conocimientos.

4.3.- Conocer el segundo Principio o Ley de la Termodinámica.

- Investigación bibliográfica sobre la evolución histórica del desarrollo de las máquinas térmicas; desde Herón en -- Grecia, hasta las máquinas de combustión interna, destacando los trabajos de Carnot y Diessel en este campo.

- Comentar sobre los principios físicos que rigen el funcionamiento de esas máquinas.

- Investigar bibliográficamente sobre la segunda ley de la termodinámica

- Exposición oral por parte de un equipo, sobre los aspectos más importantes de dicho principio así como su interpretación o significado físico.

TIEMPO APROXIMADO PARA EL TRATAMIENTO DE LA UNIDAD:  
OCHO SEMANAS.

## BIBLIOGRAFIA PARA LA UNIDAD II.

- Alvarenga Alvares, B y Máximo Ribeiro Da Lus, A: Física general: con experimentos sencillos. México, Harla, 1983. 976 p.
- Alonso, M. y Rojo O. Física: mecánica y termodinámica. México, Fondo Educativo Interamericano, 1979. 454 p.
- Genzer, Irwin y Youngner, P. Física: laboratorio de investigaciones. México, Publicaciones Cultural, 1976. 235 p.
- Prieto, Fernando E. Termodinámica. México, ANUIES, 1972. 76 p.
- Krichevski, I. R. y Petriánov, I. V. Termodinámica para muchos. Moscú, Mir, 1980. 173 p.
- Williams, J. ; Trinklein, F. y Metcalfe, H. Física moderna. -- México, Interamericana, 1984. 660 p.

## VII. SUGERENCIAS DE EVALUACION.

Evaluar un proceso de enseñanza-aprendizaje es de suma importancia, pues a través de esta acción, se estiman los logros obtenidos por los participantes y, también se revisa el proceso para mejorarlo. Entre las funciones de la evaluación está la de servir como proceso de verificación de los aprendizajes alcanzados y como retroalimentador del quehacer educativo.

Sin embargo, a través de los años, siempre se ha considerado a la evaluación como la actividad final del proceso educativo, tradicionalmente se le confiere la función de aplicar exámenes para asignar calificaciones al terminar un curso y decidir la promoción o no-promoción del alumno; en el proceso educativo tiene sólo un papel estático, sin participar en la dinámica de la enseñanza y el aprendizaje; se le utiliza además como un instrumento de represión e intimidación por parte de algunos profesores (1). Por otro lado, sólo ha cumplido y cumple básicamente como auxiliar en la tarea administrativa de las instituciones educativas. El uso diferente a su verdadero papel de la evaluación, se debe, en gran parte, a la ignorancia que se tiene de su trascendencia en la estimación de los aprendizajes propuestos y en la retroalimentación de proceso enseñanza-aprendizaje.

Puede ser que uno de los primeros problemas con que uno se encuentra respecto a la evaluación es la dificultad que acarrea el definirlo con claridad.

Existen diversas definiciones de evaluación, y aquí sólo se mencionarán algunas, a saber:

- "Evaluación es la acción de juzgar, de inferir juicios a partir de cierta información derivada directo ó indirectamente

de la realidad evaluada, o bien, atribuir o negar cualidades y calidades al objeto evaluado o, finalmente, establecer valorizaciones en relación con lo enjuiciado". (2)

- "Evaluar es el conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar y valorar los logros alcanzados por los alumnos en el proceso enseñanza-aprendizaje, con respecto a objetivos planteados en los programas de estudio". (3)

- "Evaluar es el proceso mediante el cual se comparan los objetivos en un curso con los logros alcanzados por el alumno. Es decir, juzgar la extensión o grado en que fueron alcanzados los objetivos". (4)

- La evaluación "es la reunión sistemática de evidencia a fin de determinar si en realidad se producen ciertos cambios en los alumnos y establecer también el grado de cambio en cada estudiante". (5)

- "Evaluar es un acto de comparar una medida con un estándar y emitir un juicio basado en la comparación". (6)

- "Evaluar es una interpretación, una medida (ó medidas), en relación a una norma establecida". (7)

De todas estas definiciones se pueden extraer algunas consideraciones. Por ejemplo, de las dos últimas, se pueden destacar el uso del término "medición" como sinónimo de evaluación, dando así a la teoría de la medida el carácter de único recurso de la evaluación, ya que es la medición donde se encuentra la propuesta central para realizar la evaluación, por lo que este planteamiento coincide claramente con el conductismo y la concepción positivista de la ciencia. Por otro lado, al estar la medición como eje central de la evaluación, no permite que se de-

sarrolle una teoría de la evaluación en la actualidad.

En contrapartida a este punto de vista, de las otras definiciones mencionadas antes, se observaron otras apreciaciones:

- Que la evaluación es un proceso que se manifiesta como una actividad constante en la dinámica de la enseñanza-aprendizaje y no el simple acto de la aplicación de un instrumento.

- Que evaluar es un método para adquirir y procesar las evidencias necesarias para mejorar el aprendizaje del estudiante.

- Que a través de ella, se pueden contrastar los objetivos propuestos y el nivel en que se alcanzaron dichos objetivos, es decir, los aprendizajes logrados.

- Evaluar es algo que abarca una gran variedad de evidencias más allá del habitual examen final.

Todo ello lleva a pensar que, contra lo que se cree y -- acostumbra, la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje no comienza cuando termina el curso, o cuando empiezan a llevarse a cabo los exámenes. La evaluación se inicia realmente, desde antes de iniciar el curso, cuando aún se están especificando objetivos, seleccionando contenidos y adecuando una metodología; la evaluación no es la etapa final del proceso educativo, sino que es parte de él, lo que le dá un carácter eminentemente didáctico; no es un acto mediante el cual el profesor juzga al alumno, sino el proceso mediante el cual el alumno y profesor aprecian en qué grado logró el primero los aprendizajes que ambos perseguían.

Desde este punto de vista, la evaluación como proceso y no como producto, servirá para revisar todo el proceso educativo, al retroalimentar objetivos, contenidos, actividades de aprendizaje así como los mismos instrumentos de evaluación utilizados. Por todo esto, se identifica a la evaluación como un proceso de indagación y retroalimentación permanente de todo el proceso enseñanza-aprendizaje que permite corregir errores y superar aciertos, tal como también lo señala Morán Oviedo -- cuando afirma que, "se considera que la evaluación es un proceso integral del progreso académico del educando: informa sobre conocimientos, habilidades, intereses, actitudes, hábitos de estudio, etc. Este proceso comprende, además de los diversos tipos de exámenes, otras evidencias de aprendizaje como son -- trabajos, reportes, ensayos, discusiones, etc. Es también un método que permite obtener y procesar las evidencias para mejorar el aprendizaje y la enseñanza. Así mismo, la evaluación es también una tarea que ayuda a la revisión del proceso grupal en términos de las condiciones en que se desarrolló, los aprendizajes alcanzados, los no alcanzados, así como las causas que posibilitaron o imposibilitaron la consecución de las metas -- propuestas" (3)

Concibiendo a la evaluación como un proceso permanente -- dentro del mismo proceso educativo, el primer momento de considerar las ventajas de la evaluación será en el inicio del curso, con una evaluación llamada de "diagnóstica", cuya información permite conocer si los conocimientos y habilidades de los alumnos son los necesarios y suficientes para iniciar con éxito el curso; para conocer las deficiencias del grupo y tomar las medidas adecuadas para superar esas carencias; así como -- también permitir al profesor y alumnos, replantear, dentro de lo posible, las estrategias de aprendizaje. Este tipo de evaluación diagnóstica no debe dar origen a calificaciones.

Durante el curso, se debe tener información del progreso que se tiene en el desarrollo del programa. La evaluación -- "Formativa" proporciona esa información que permitirá retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje, para hacer las correcciones necesarias al detectar y analizar fallas. La evaluación formativa puede hacerla el profesor o bien los alumnos pueden autoevaluarse o bien evaluar a sus compañeros en el momento en que sientan que la necesitan.

Por último, aplicar una evaluación sumativa, que se realiza al finalizar una o más unidades de aprendizaje para determinar si el estudiante ha alcanzado los aprendizajes establecidos en los objetivos terminales de dichas unidades y con el propósito de asignar calificaciones. Este tipo de evaluación también permite estimar la coherencia del proceso enseñanza-aprendizaje, es decir, se le utiliza para determinar el nivel de logros de los objetivos, la adecuada selección de los contenidos, las ventajas de la metodología, en suma, certificar la actuación o producto final, y así tomar una decisión sobre aceptación o rechazo de un programa, ya que uno de los aspectos fundamentales de la evaluación es obtener información o evidencia para la toma de decisiones.

En lo que se refiere al caso que nos ocupa, la evaluación del curso de Física II del Plantel Sur del C.C.H., al terminar de desarrollar el programa, todos los alumnos obtendrán una calificación que representará el esfuerzo realizado y los logros alcanzados respecto a los objetivos terminales, ésto es el -- aprendizaje obtenido. Debe destacarse que la evaluación debe ser lo más objetivo posible, lo cual es responsabilidad tanto de maestros como de estudiantes.

Para ser congruentes con el espíritu de las actividades -- que se plantean en este programa, para conformar una evaluación



final de cada estudiante, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Que todas las actividades de aprendizaje sean tomadas en cuenta.

- Que clase tras clase, o lo más frecuente que sea posible, se establezcan los logros obtenidos.

- Que se propicie la autoevaluación y la evaluación entre los mismos estudiantes, dando a conocer, si es necesario, los criterios utilizados para emitir sus juicios.

En estos conceptos se engloba el trabajo diario en el aula-laboratorio, como elementos fundamentales en la adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades que se conjuntan para fortalecer el proceso formativo de los educandos - contribuyendo a fomentar en ellos la disciplina de responsabilidad individual y colectiva.

En consecuencia, considerando los objetivos de la materia, los contenidos seleccionados y la metodología propuesta, así como la pedagogía implícita en el Programa, se recomiendan los siguientes ejes de evaluación:

- Participaciones individuales.
- Trabajos por equipos
- Trabajos extraclase.
- Exámenes parciales.

Las participaciones es un aspecto que debe tratarse con mucho cuidado, puesto que es el aspecto más subjetivo de los que aquí se proponen. Se pueden considerar como participaciones aquellas intervenciones que enriquezcan la clase o el curso, tales como sugerencias de experimentos o actividades, participar en las discusiones grupales, en la resolución de problemas ilustrativos, etc., todo esto se debe tomar en cuenta clase tras clase.

Los trabajos por equipos se reducen a la realización de las actividades experimentales en el laboratorio y a la preparación

y exposición de algún tema ante el grupo. Aunque las exposiciones quizás no sean muy frecuentes, los experimentos si lo serán, es por esta razón que estos conceptos deben evaluarse con mucha atención.

Los trabajos extraclase son las actividades complementarias que los alumnos realizan como apoyo a la tarea diaria -- del salón de clases y consisten, entre otras cosas, los informes o reportes de los experimentos, problemas numéricos o de aplicación dejados como tareas, investigaciones bibliográficas, resúmenes de película o videos, conferencias, visitas, etc.

Cabe aclarar que muchos de estos aspectos pueden ser evaluados por los propios alumnos, tales como las exposiciones ante el grupo, los problemas o cuestionarios que ellos mismos elaboran después de exponer o tratar un tema, o los aspectos que el maestro considere adecuados para la autoevaluación.

En lo que se refiere a los exámenes parciales estos se harán cuando los alumnos conjuntamente con el maestro lo --- crean necesario, y serán sobre los aspectos del curso que ya se hayan tratado y consideren aprendido. Los exámenes contemplarán aquellos aspectos que se plantearon en los objetivos del curso y mostrarán que el alumno ha adquirido conocimientos, desarrollado habilidades y es capaz de aplicar lo aprendido a situaciones prácticas.

Como se puede observar, no se proponen exámenes finales ni trabajos de recuperación como criterios evaluables, por ser contrarios a la concepción pedagógica aquí planteada que caracteriza al proceso educativo como una actividad donde el educando construye el conocimiento, a partir de su propia investigación, reflexión, análisis y creatividad, así como de cuestionar la información recibida, para tener una visión mejor que la realidad. Pero esto sólo se logra a través del trabajo diario y sistemático, por lo que esto es lo que debe ser evaluado.

Los exámenes finales no se proponen por reflejar una formación mecanicista del conocimiento, basado en el enciclopedismo que sólo considera al educando como un gran receptor de información capaz de repetirla en un examen, y olvidarla después.

Sin embargo, hay un aspecto que es digno de tomarse en cuenta, el alto índice de reprobación que existe en las materias de física en el Colegio, y esto implica hablar de exámenes extraordinarios, en los cuales en un sólo examen y en sólo dos horas, en promedio, se tiene que evaluar un curso de un semestre y todo lo que implica el proceso enseñanza-aprendizaje. Por ello es que los exámenes finales en la evaluación del curso podrían ser tomados en cuenta, pero es motivo de un profundo análisis para tomar medidas que tiendan a resolver o disminuir este problema, pero no es intención de este trabajo proponer soluciones ahora sino dejar constancia de ello para un futuro tratamiento.

Por otro lado, regresando al tema que nos ocupa es recomendable que al dar prioridades, si es que así se adopta en el grupo a algunos de los ejes a evaluar antes propuestos, se le de mayor valor a aquel o aquellos que mayor esfuerzo requieren y más contribuyan a alcanzar los objetivos del aprendizaje.

Finalmente es importante señalar que independientemente del método que se adopte en cada grupo para su evaluación, este debe ser discutido y aprobado tanto por el maestro como por los alumnos.

## REFERENCIAS CAP. IV.

- 1.- Moreno y Albarrán, Rafael. La evaluación en la materia de Física III... Tesis de Licenciatura. México, UNAM. Fac. de Ciencias. 1985.
- 2.- Carreño R. F. Enfoques y principios teóricos de la evaluación. México, Trillas, 1979. p.19
- 3.- Ibid. p.20
- 4.- Villarroel, C. Evaluación de los aprendizajes en la educación superior. Caracas, Paulinas, 1974. p. 263
- 5.- Herrera, R. et. al. Evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje. Chile, Ined, 1980. p.17
- 6.- Mager, R. Medición del intento educativo. Buenos Aires, Guadalupe, 1975. p.20
- 7.- La Fourcade, P. Evaluación de los aprendizajes. Buenos Aires, Kapeluz, 1973. p. 17.
- 8.- Moran Oviedo, Porfirio. La evaluación de los aprendizajes y sus implicaciones educativas y sociales, en Perfiles Educativos. México, CISE, UNAM, No. 13. Julio- Agosto-Septiembre 1981. p.23

## VIII. BIBLIOGRAFIA PARA EL MAESTRO.

- Arens, B. Arnold. Evolución de los conceptos de la física. México, Trillas, 1979. 1007 p.
- Bazan Levy, Jose. (compilador). El Colegio de Ciencias y -- Humanidades en la gaceta de la U.N.A.M. 1971- 1972. Il. 2 ed. México, UNAM CCH. Naucalpan, 1977. Folleto.
- Recerril Albarrán, Josefina. La enseñanza de las ciencias -- experimentales en el C.C.H. En: "Simposio Internacional sobre el bachillerato". México, UNAM- CCH. DGPA, 1982. Vol. 1
- Díaz Barriga, Angel. Didáctica y currículum: convergencia en los programas de estudio. 3 ed. México, Nuevomar, 1985. 150p.
- Díaz Barriga Arceo, Frida. El pensamiento del adolescente y - el diseño curricular en educación media superior. En "perfiles educativos" No. 37. México, UNAM- CISE, 1987
- Faure, Edgar... /et al /. Aprender a ser; la educación del futuro. 5 ed. Madrid, Alianza, 1977. 426 p.
- Holton, Gerald. Introducción a los conceptos y teorías de -- las ciencias físicas. México, Reverté. 1976. 841 p.

## CONCLUSION.

Siendo el propósito de este trabajo la propuesta de un -- programa que intenta unificar los criterios de enseñanza de la Física, la pretensión más ambiciosa que persigue, es convencer a los que lo sigan de su capacidad para desarrollar en el educando la creatividad y potencialidad para construir conocimientos.

Aunque no ha sido probado, al menos no en su conjunto, es un programa que recoge las experiencias de varios profesores - que coincidimos en la idea de recuperar la concepción inicial que tenía el C.C.H., de que el educando sea el protagonista de su propio aprendizaje, aspecto que se ha deteriorado por diversas causas. Como se planteó en la Introducción a este trabajo, la diferencia entre este programa y los que existen, radica en la actitud del maestro y la concepción pedagógica que se halla inmersa en el desarrollo de esta propuesta. En ella, se han retomado los aspectos más importantes de los llamados precursores de las nuevas corrientes educativas. La acción escolar se centra en el interés que el educando muestra por conocer y entender el comportamiento de la Naturaleza. Este concepto del interés es particularmente importante, por que la materia de Física II es optativa dentro de una opción de tres asignaturas, lo que significa que no todos los alumnos la escogen porque -- les interese, sino porque piensan que es la más "fácil" de las tres, o porque fué producto de "hecharlo a la suerte". Aproximadamente a el 50% de los integrantes de cada grupo de Física II sólo les interesa pasar la asignatura para cubrir el plan - de estudios y terminar su bachillerato.

Esta situación representa un reto para el maestro que deberá motivar, si no a todos, si a la mayoría de sus alumnos -- para llevar a cabo las acciones del proceso enseñanza-aprendi-

zaje.

En lo que se refiere a la selección de los contenidos, -- esta se hizo tomando en cuenta las necesidades que tendrán los egresados al continuar su preparación universitaria, máxime si se toma en cuenta que la mayoría de los que llevaron esta asignatura de física, eligen la carrera de Ingeniería, por esta razón se justifica el comenzar con el tema de Estática y Leyes de Newton y el énfasis que se da a las leyes de la Termodinámica.

Un punto que merece especial atención es el de la Metodología, puesto que por medio de ella se podrán cumplir los objetivos que se persiguen en la asignatura y por la Institución. Es aquí donde se retoman los planteamientos o ideas de los pedagogos de principio de siglo XX respecto a la educación participativa y de las escuelas o corrientes psicológicas que contemplan el desarrollo psicológico del educando -- definir los métodos de enseñanza.

Haciendo una reflexión sobre la metodología se puede destacar que ésta se presenta dividida en etapas. Un primer tiempo que consiste en familiarizar al alumno con lo que le interesa o se le presente, sin entrar en ese momento en el análisis profundo, sino simplemente a manipular los objetos (como planteaba Decroly en sus trabajos de desarrollo psicológico). Con esto se pretende que el educando relacione el quehacer educativo con la Naturaleza y su vida cotidiana, ya que la acción y la percepción anteceden al razonamiento. Es importante partir de las experiencias de los alumnos para confrontar sus prejuicios o información previos con la realidad y producir en ellos un cambio conceptual para llegar a concepciones científicas.

Después viene una segunda fase donde los alumnos constru-

yen los conceptos, con el auxilio del maestro, y adquieren el lenguaje y simbología propios del conocimiento científico.

Por último, un tercer tiempo donde los alumnos se apropian de lo aprendido, amplían las ideas formadas y las pueden aplicar en su propio entorno.

De esta manera los estudiantes obtienen un aprendizaje -- confiable, pues ellos mismos contruyen el conocimiento, ya que, en resumen, manipulan la información, formalizan modelos y -- aplican esos conocimientos.

Si a esto se agrega, el papel que juega la Evaluación, -- que no debe entenderse solamente como la acción de asignar calificaciones, sino como un valioso instrumento que permite retroalimentar el proceso enseñanza-aprendizaje, la formación -- académica del estudiante será, quizá no la más deseable, la necesaria y suficiente para continuar su preparación en el si--- guiente nivel, o formar parte de su cultura.

Cabe aclarar que esta propuesta de programa está sujeta a la consideración y discusión con el colectivo de profesores de la materia, y con ello a su mejoramiento o enriquecimiento, -- tanto es así que se propone al final de este trabajo, un anexo de posibles alternativas a un conjunto de actividades de aprendizaje cuyo tratamiento en el Programa puede verse desde diferentes enfoques, o porque en ocasiones no se cuenta con el material y equipo ahí propuesto ó por alguna circunstancia que no puede preverse.

Estas actividades alternativas se hacen conservando el -- sentido metodológico del proyecto pedagógico y lograr a su vez los objetivos ahí propuestos.



Este programa está diseñado para desarrollarse en 16 semanas de labores académicas. Sin embargo, hay ciertas consideraciones que se deben dar a conocer. Se presentan algunos temas que a juicio del profesor, o por razones de tiempo, puedan suprimirse, tales como el de Gravitación Universal o las leyes de los gases; pero esta decisión deberá tomarse de acuerdo con los alumnos, en el entendido que ellos por su cuenta deberán preocuparse por recuperar esa carencia de conocimientos que no se puedan tratar en el curso.

El suprimir un determinado tema o no cubrir el programa en su totalidad, no es motivo de mucha preocupación. Lo que se persigue en este y en los otros cursos de las asignaturas del Área de Ciencias Experimentales, no es saturar de información al estudiante, sino completar su formación, y ello significa proporcionarle aquellas habilidades del pensamiento que le permitan enfrentar y resolver algunos problemas de carácter científico, una vez que ha adquirido la capacidad de manipular información, construir conceptos y aplicar conocimientos, y bajo esta lógica, es claro que no es determinante cual sea el contenido o tema seleccionado por el maestro para crear en el educando esas características de su formación académica. Lo que importa es que el alumno se enfrente a los problemas, no que sea sólo un receptáculo de información.

Bajo todas las consideraciones hechas queda este trabajo, como un documento que tiene toda la intención de unificar la enseñanza de la física de acuerdo al espíritu pedagógico del Colegio de Ciencias y Humanidades.

## BIBLIOGRAFIA GENERAL

- Abbaqnano, N. y Visalberghi, A. Historia de la pedagogía. México, Fondo de Cultura Económica, 1964. 709 p.
- Acevedo Acosta, José. Réplica al documento de trabajo. En "Simposio Internacional sobre el Bachillerato". México, UNAM-CCH, DGAPA, 1982.
- Acosta, H.; Bartolucci, J. y Rodríguez, R.A. Perfil del alumno de primer ingreso al Colegio de Ciencias y Humanidades. México, UNAM, 1981. 199 p.
- Aguilar Villalobos, Javier. El enfoque cognoscitivo contemporáneo, alcances y perspectivas. México, UNAM-Facultad de Psicología, 1982. Folleto, 29 p.
- Alonso, M. y Rojo, O. Física: mecánica y termodinámica. México, Fondo Educativo Interamericano, 1979. 454 p.
- Alvarenga Alvares, B. y Máximo Ribeiro Da Luz, A. Física -- General: con experimentos sencillos. México, Harla, 1983. 976 p.
- Arias Torres, Jorge. Propuesta metodológica para el curso de Física 2 en el CCH.: (ciclo del bachillerato). Tesis. México, UNAM-Fac. de Ciencias, 1988. 107 p.
- Arons, B. A. Evolución de los conceptos de la Física. México, Trillas, 1970. 1007 p.
- Barrios R. Alberto (et al). Prácticas de Física 1-2: ( -- Tronco común). México, Publicaciones Cultural, 1986. 87p
- Bartolucci Jacico, J. y Rodríguez Gómez-Guerra, R. El Colegio de Ciencias y Humanidades (1971-1980). Una experiencia de innovación universitaria. México, ANUIES, 1983. -- 216 p.
- Bañán Levy, José (Compilador). El Colegio de Ciencias y Humanidades en la Gaceta de la UNAM. 1971-1972. II. 2 ed. México, UNAM-CCH. Naucalpan, 1977. Folleto.

Becerril Albarrán, Josefina. La enseñanza de las ciencias experimentales en el CCH. En "Simposio Internacional sobre el Bachillerato". México, UNAM-CCH. DGAPA, 1982.

Bonfil Alicia. A propósito del documento. En "Simposio Internacional sobre el bachillerato". México, UNAM-CCH. - DGAPA, 1982.

Britton, John. Educación y radicalismo en México; los años de Bassols (1931-1934). México, Sepsetentas, 1976 v.1

Díaz Barriga, Angel. Didáctica y Curriculum: Convergencia en los programas de estudio. 3 ed. México, Nuevomar, 1985 150 p.

Díaz Barriga Arceo, Frida. El pensamiento del adolescente y el diseño curricular en educación media superior. En --- "Perfiles educativos" N° 37. Julio - Septiembre, México, UNAM-CISE, 1987.

Flores Montejaro, Adelaido. La Física y sus principales precursores. tesis. México, UNAM-Fac. de Ciencias, 1986.

Gilbert, Roger. Las ideas actuales en Pedagogía. 2 ed. México, Grijalbo, 1977. 248 p.

González Menéndez, Juan A. La ley del paralelogramo y el abanico de fuerzas. México, UNAM-Fac. de Ciencias, 1987. Folleto.

Guevara Niebla, Gilberto (Coordinador). La crisis de la educación superior en México. 2 ed. México, Nueva Imagen, 1983. 334 p.

Haber-Schain, Uri y otros. Física: P.S.S.C. 3 ed. México Reverté, 1973. 2 v.

Holton, Gerald. Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. México, Reverté, 1976. 841 p.

Ibarrola, María de. Enfoques sociológico para el estudio de la educación. México, CEE-CEEST, 1980. Folleto 33p.

Jeans, James. Historia de la física: hasta mediados del siglo XX. México, Fondo de Cultura Económica, 1953. (Breviarios; 84). 417 p.

Krichevski, I.R. y Petriánov, I.V. Termodinámica para muchos. Moscú, Mir, 1980. 171 p.

Medina Nicolau, F. y Quintanilla, J. Fuerza y equilibrio. México, UNAM-Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, 1981. 128 p.

Morán Oviedo, Porfirio. La evaluación de los aprendizajes y sus implicaciones educativas y sociales. En "Perfiles educativos", N° 13 Julio-Sep, México, CISE, 1981.

Monroy Hultrón, Guadalupe. Política Educativa de la Revolución (1910-1940). México, Cien de México, 1985. 157p.

Moreno y Albarrán, Rafael. La evaluación en la materia de Física II en el Plantel José Vasconcelos (5) de la ENP.-- turno diurno: (diagnóstico y proposiciones). Tesis. México, UNAM-Fac. de Ciencias, 1985. 179 p.

Morones, Gregorio. Prácticas de laboratorio de Física: texto complementario del libro Física General de Alvarenga. México, Harla, 1979. 169 p.

Palacios, Jesús. La cuestión escolar; críticas y alternativas. 2 ed. Barcelona, Laia, 1980. 668 p.

Physical Science Study Committee. Guía del laboratorio de Física. México, Reverté, 1963. 94 p.

Piaget, Jean. Psicología y pedagogía. 4 ed. Barcelona, Ariel, 1973. 208 p.

Programas (Documentos de Trabajo). México, UNAM-CCH. Dirección de la Unidad Académica del Bachillerato, 1979.

Raby, L.D. Educación y Revolución Social en México. México, SLPSEVENTAS, 1974.

Robles, Martha. Educación y sociedad en la historia de -- México. 3 ed. México, Siglo XXI, 1979. 262 p.

Semo, Enrique (Coordinador); Semo, Ilán y Saldívar, Américo. México, un pueblo en la historia. México, Universidad Autónoma de Puebla- Nueva Imagen, 1982. vol. 4

Velazquez Campos, Rafael. Metodología de la enseñanza media superior. En "Perfiles educativos", N° 15. Enero-Marzo. México, CISE, 1982.

# GRAVITACION

## OBJETIVO PARTICULAR

1.- Explicar la Ley de la Gravitación Universal señalando los efectos más importantes de la fuerza gravitatoria.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.1.- Conocer las leyes de Kepler del movimiento planetario.

## ACTIVIDADES SUGERIDAS

-- Interrogatorio dirigido sobre aspectos tales como: --  
¿qué tipo de trayectoria siguen los planetas en su movimiento alrededor del Sol?, ¿cómo es el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra?, ¿cómo se describe el viaje de una nave a la Luna?, etc.

-- Investigación bibliográfica del desarrollo histórico de las teorías que explican el movimiento de los astros, desde Ptolomeo hasta Kepler.

-- Exposición oral, por parte de un equipo de trabajo, sobre el tema anterior, propiciando la discusión grupal y concluir con los enunciados de las leyes de Kepler y su formulación matemática.

-- Resolver problemas numéricos para calcular el valor de la constante en la tercera ley de Kepler.

1.2.- Interpretar la ley de la Gravitación Universal.

-- Exposición oral, por un equipo, del desarrollo que llevó a Newton a formular su ley de Gravitación Universal.

-- Discusión grupal para interpretar la ley de la Gravitación y los alcances de ésta para explicar el movimiento de los cuerpos celestes.

-- Resolver problemas de interacción entre un planeta y un cuerpo aplicando la ley de Gravitación Universal.

-- Reflexionar sobre la existencia de fuerzas que actúan a distancia. Definir el concepto de "campo".

1.3.- Reconocer que la aceleración que la Tierra provoca en los cuerpos situados cerca de su superficie no depende de la masa de éstos.

-- Dejar caer, desde la misma altura, diferentes objetos de la misma forma y volumen, pero de distintos materiales, y tomar el tiempo de caída.

-- Discutir los resultados, para concluir que la masa de los cuerpos no interviene en la aceleración que les provoca el Planeta.

1.4.- Diferenciar los conceptos "masa" y "peso".

-- Discusión en el grupo, sin mayores antecedentes, de --

las ideas que se tienen de la masa, del peso y de sus unidades de medición.

-- Efectuar la siguiente actividad experimental: con la balanza de platillos medir la masa de un objeto. El mismo cuerpo, medirlo en un dinamómetro.

-- Analizar los resultados y unidades para concluir con la diferenciación de la masa y del peso.

1.5.- Describir el movimiento de los satélites artificiales alrededor del Planeta.

-- Realizar la actividad que a continuación se propone: en una cuerda, atar dos objetos separados una cierta distancia, y hacerlos girar con la mano. Se puede utilizar también un disco fonográfico grande (LP), y fijar puntos a diferentes distancias del centro, colocar unos frijoles en el disco y de terio bruscamente.

-- Para ambos casos, discutir las características, de este movimiento para definir: velocidad angular, velocidad tangencial (utilizando lo observado con los frijoles en el disco), período y aceleración centrípeta.

-- Con la segunda ley de Newton, definir Fuerza centrípeta así como sus características.

-- Resolver problemas que involucren el movimiento de los satélites, haciendo uso del movimiento circular uniforme y de la ley de Gravitación Universal. Destacar las características de los satélites estacionarios y su importancia en las comunicaciones.



1.6.- Analizar el cambio en el valor de "g" al variar la distancia al centro del planeta.

— A partir de las expresiones para conocer el peso de un cuerpo, así como la expresión de la fuerza de Gravitación Universal, deducir la expresión

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

Discutir el significado físico de la expresión anterior para interpretar cómo cambia el valor de g al cambiar la distancia al centro del planeta.

— Discutir como afecta el cambio del valor de g el peso de un cuerpo.

— Resolver problemas ilustrativos para conocer el valor de "g" en el caso anterior.

— Diseñar, con un péndulo simple, un experimento para conocer el valor de la aceleración de la gravedad en el aula-laboratorio.

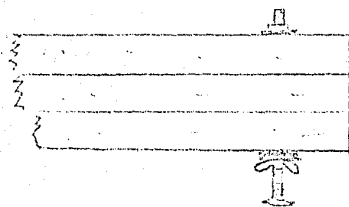
—Entregar un reporte escrito con los resultados y conclusiones de dicha actividad experimental.

## A N E X O 1

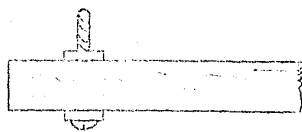
### ABANICO DE FUERZAS

JUAN AMERICO GONZALEZ MENENDEZ  
CENTRO DE ENSEÑANZA DE LA FISICA  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

Para construir un abanico de fuerzas se necesitan tres tablitas de madera o de algún material rígido, de 12 cm de largo, 1.5 cm de ancho y 0.5 cm de grosor. A 1 cm de cada extremo, hacia adentro, se hace un agujero de diámetro suficiente para que pase un tornillo delgado. Hecho ésto, se encimarán las tablitas haciéndose coincidir los agujeros y a través de tres de ellos se pasa un tornillo de 4 cm de largo, que será el eje de giro, de tal forma que las tablitas puedan ser abiertas o cerradas como un abanico. El tornillo se sujeta, en su parte "superior", con una rondana y una tuerca; en su parte "inferior", con una rondana y una mariposa; para cuando se requiera una posición particular pueda fijarse fácilmente apretando la mariposa. El tornillo deberá sobresalir, por la parte superior, al menos 1 cm, como se ve en la figura:



--En cada uno de los agujeros de los extremos libres de las tablitas (o aspas), se colocará un tornillo que sobresalga, por la parte superior de aquellas, 2 cm.



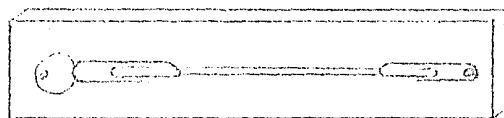
A continuación se toma una liga nueva (se pueden usar pedazos de elástico de poliéster o mejor conocido como "resorte tubular" en las mercerías) y se estira una cierta longitud, - digamos 10 cm. La fuerza que la liga ejerce sobre los dedos - se considerará como la "unidad" de fuerza.

Como no todas las ligas se comportan igual, es conveniente seleccionar 10 o 12 ligas (o hacerlas con el resorte tubular) que jalen con igual fuerza que la escogida como unidad, cuando son estiradas la misma longitud.

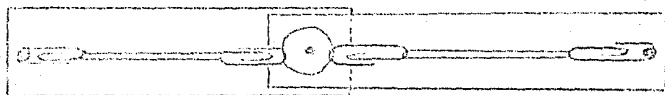
Una vez hecho esto, a cada liga calibrada se le ensartará un par de clips del mismo tamaño. Uno de ellos se enganchará en una argolla de 1 cm de diámetro aproximadamente:



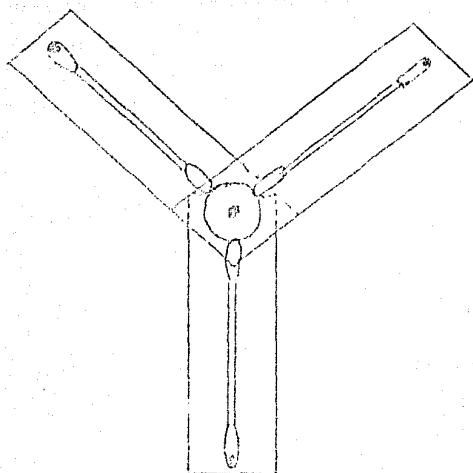
La argolla se introduce en el tornillo que sirve de eje - giro del abanico, por su parte "superior", y el otro clip se introduce en el tornillo del extremo libre del aspa (tablita)



Para lograr que la argolla quede centrada con respecto al tornillo eje (esto también servirá para calibrar las ligas), es necesario usar otra de las espas, colocándole también una liga y un par de clips.



El dispositivo quedará completo cuando se inserte la tercera tablita (aspa) en su respectiva liga y par de clips, tal como se ilustra a continuación:



La finalidad del abanico de fuerzas radica en lograr que la argolla siempre esté centrada con respecto al tornillo central. Para lograrlo, se varia el número de ligas en las aspas o se abren o cierran éstas últimas o se hacen ambas cosas. Es la actividad debe conducir al "descubrimiento" de la ley del paralelogramo, o al menos a su aplicación. Para ello se hizo el abanico de tamaño tal que pueda sobreponerse sobre una hoja de papel para dibujar los vectores, a escala, que representan las fuerzas, y así, gráficamente se podrán comprobar los resultados y conducir también al estudiante a hacer predicciones.

## A N E X O 2

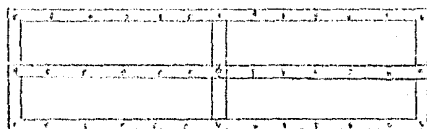
### BALANZA DE LIGAS

JUAN A. GONZALEZ MENENDEZ  
CENTRO DE ENSEÑANZA DE LA FISICA  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

Con esta actividad se pretende que, en base a generalizaciones sucesivas, los alumnos "descubran" las leyes del equilibrio; así como las expresiones matemáticas que las representan.

Para construir la balanza se requiere el siguiente material:

- 3 varillas de madera de 1.5 x 4 x 30 cm.
- 3 varillas de madera de 1.5 x 4 x     cm.
- 3 varillas de madera de 1.5 x 4 x     cm.
- 50 clavos de una pulgada
- 1 tornillo con tuerca de 1/8 x 2 pulg.
- 5 rondanas grandes de 1/8 de pulg.
- 3 ó 4 metros de elástico de poliéster (resorte tubular).

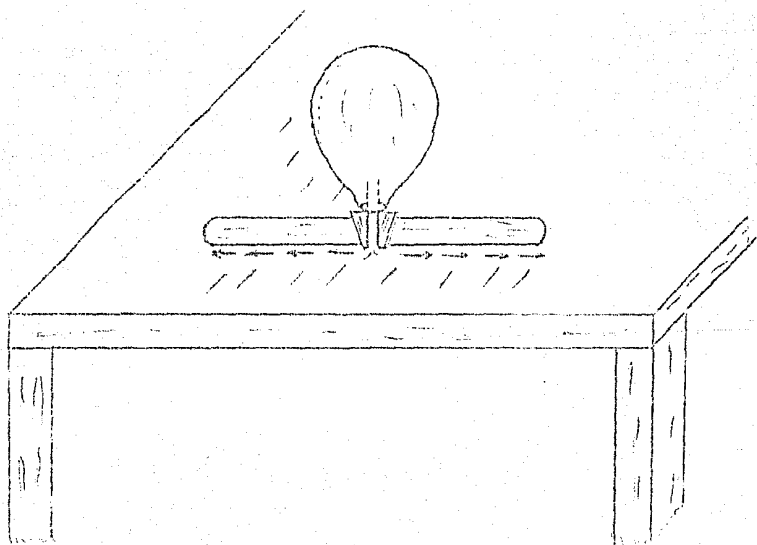


La balanza está diseñada para funcionar tanto en posición horizontal como en posición vertical. Para que gire libremente, deberán colocarse las rondanas que sean necesarias entre la varilla móvil y la varilla fija central, y la tuerca del tornillo no debe estar apretada.

## ANEXO 3

### DISCO DE BAJA FRICCIÓN (LUBRICADO CON AIRE)\*\*

El "disco" debe hacerse de material plano y liso, como --madera, fibracel,acrílico, etc. En el centro se hace un pequeño orificio. Inflando un globo, se fija su boquilla a la entrada del orificio, usando un tubito para lograr la conexión. Al dejar escapar lentamente el aire entre el disco y la superficie sobre la cual se apoya, se forma un "colchón de aire". Debido a ello, este aparato se pondrá deslizar muy suavemente sobre la superficie, prácticamente sin fricción, tal como se ve en la siguiente ilustración:



\*\* Alvarenga Aiveres, B y Máximo Ribeiro Da Luz, A. Física General: con experimentos sencillos. México, Haria, 1983 pp. 155