

03071²
Leje.



Universidad Nacional Autónoma de México

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

*"PROPUESTA EDUCATIVA.
APLICACIONES DE LAS MATEMÁTICAS:
FISIOLOGÍA DE LAS GRANDES
ALTURAS".*

T E S I S

Como requisito para obtener el grado de
Maestro en Educación en Matemáticas

P r e s e n t a

SERGIO CRUZ CONTRERAS

CIUDAD UNIVERSITARIA

ENERO DE 1994

TESIS CON
FALLA DE COPIEN



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.

Dedicatoria:

A la memoria de la

DRA. ELFRIEDE WENZELBURGER GUTTENBERGER
(† 31 de julio de 1993)

quien ya no pudo ver impreso este trabajo.

*"PROPUESTA EDUCATIVA.
APLICACIONES DE LAS MATEMATICAS:
FISIOLOGIA DE LAS GRANDES
ALTURAS".*

SERGIO CRUZ CONTRERAS

P R E F A C I O

Este trabajo es una Propuesta Educativa. Propone tres cosas:

Primera: enseñar, a alumnos de bachillerato, la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza.

Segunda: realizar la enseñanza de lo anterior mediante tres acercamientos. Primer acercamiento: Utilizando los conocimientos y las vinculaciones que tiene el alumno, al momento de iniciar el estudio de la situación, introducirlo a su estudio, tratando de que se involucre en ella, comprenda el problema central que se plantea, identifique los aspectos relevantes y ponga de manifiesto los elementos conceptuales, ya sean correctos o incorrectos, con que cuenta, para estudiar la situación. Segundo acercamiento: Recordar o aprender los elementos teóricos necesarios que se necesitan para estudiar la situación de que se trate. Tercer acercamiento: Retomar de nueva cuenta la situación para realizar su estudio, contando ya con los

elementos teóricos que requiere su desarrollo, al nivel que se juzgue adecuado.

Tercera: enseñar lo anterior, de la forma antes descrita, en cursos extra-curriculares, enfocados a incrementar la formación científica de un estudiante.

Dos ideas centrales subyacen en el fondo de este trabajo. Una le dio origen, lo motivó. La otra marcó la orientación, delineó la forma de concretarlo. La primera: llevar a la clase de Matemáticas, para el aprendizaje de los alumnos, unas Matemáticas que las presenten como expresión numérica de la naturaleza y de algunos fenómenos sociales. La otra: que el tipo de situaciones reales que se utilicen para mostrar e ilustrar, el papel y la utilidad de las Matemáticas, sean aquellas que han tomado como objeto de estudio las diferentes áreas del conocimiento para la construcción racional de la realidad.

El trabajo está estructurado en dos partes. La primera justifica y aclara posiciones; la segunda es el desarrollo de la propuesta en sí.

Hay necesidad de decir por qué es conveniente que el alumno aprenda la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza.

Por otro lado, es necesario aclarar qué se entiende por "estudio científico de una situación concreta real" y explicitar las bases que sustentan, por un lado, la propuesta de realizar la enseñanza a partir de tres acercamientos y por otro, aquellos que justifican el que la propuesta se estructure en la forma en que se hace.

De lo anterior, la primera parte de este trabajo la integra una introducción y el denominado Marco Teórico Conceptual. En la introducción se plantea el problema y se formula la Propuesta; en el Marco Teórico Conceptual se dan justificaciones de por qué enseñar lo que se propone; qué se entiende por aquello que se propone; por qué enseñarlo de la manera propuesta y por qué la propuesta se desarrolla en la forma en que se hace. La segunda parte del trabajo, denominada Propuesta Educativa, está integrada de dos partes: el Programa del Curso y la Planeación del mismo. El Programa hace explícito los contenidos y aprendizajes que se intenta promover y en la Planeación, la forma de hacerlo.

INDICE

PREFACIO	
INTRODUCCION	1
Bibliografía	16
CAPITULO I. Marco Teórico	17
1. Propuesta Educativa	19
2. Estudio Científico de una Situación Concreta Real	19
3. Filosofía de la Educación	28
4. Teoría del Conocimiento	30
5. Teoría del Aprendizaje	39
6. Didáctica para la Enseñanza	46
7. Modelo de Programa para un curso	47
Bibliografía	51
CAPITULO II. Introducción	53
1. Marco Referencial del Programa	54
2. Programa del Curso	59
CAPITULO III. Descripción de las Actividades y Materiales Didácticos para Desarrollar los Tems I y II del Programa	78
Descripción de las Actividades y Materiales Didácticos para el Tema I	79
ACTIVIDAD I-1. Presentación del curso	79
ACTIVIDAD I-2. Identificación de necesidades individuales y colectivas	80
ACTIVIDAD I-3. Discusión grupal del Cuestionario I-1	82
ACTIVIDAD I-4. Proceso para satisfacer una necesidad	84
ACTIVIDAD I-5. Algunos aspectos del proceso para satisfacer una necesidad	87
ACTIVIDAD I-6. Alpinismo y salud	96
ACTIVIDAD I-7. Revisión colectiva del Cuestionario anterior	97
ACTIVIDAD I-8. Altura y Salud	98
ACTIVIDAD I-9. Revisión del Cuestionario anterior	101
ACTIVIDAD I-10. Análisis de la Tabla que se obtuvo en la actividad anterior	101
ACTIVIDAD I-11. Revisión del Cuestionario anterior	103
ACTIVIDAD I-12. Porcentaje	104
ACTIVIDAD I-13. Diagrama de barras	118
Descripción de las Actividades y Materiales Didácticos para el Tema II	119
Primer Acercamiento	120
ACTIVIDAD II-1-1. Explicaciones personales a las afecciones que experimenta una persona cuando asciende a "grandes" alturas	121
ACTIVIDAD II-1-2. Revisión del Cuestionario anterior	122
ACTIVIDAD II-1-3. Alteraciones fisiológicas a grandes alturas	122
ACTIVIDAD II-1-4. Lectura de un texto con fines de integración	123
ACTIVIDAD II-1-5. Conclusiones del primer acercamiento	129
Segundo Acercamiento	131
Generalidades de la Atmósfera Terrestre	132
ACTIVIDAD II-2-G-1. Examen diagnóstico de generalidades de la atmósfera	133
ACTIVIDAD II-2-G-1. Revisión del examen diagnóstico	134

ACTIVIDAD 11-2-G-3.	Lectura sobre generalidades de la atmósfera y corrección, en base a ella del examen diagnóstico	135
ACTIVIDAD 11-2-G-4.	2a revisión colectiva del examen diagnóstico	139
ACTIVIDAD 11-2-G-5.	Un análisis de la lectura sobre atmósfera	139
ACTIVIDAD 11-2-G-6.	Discusión por equipos de los resultados obtenidos en la actividad anterior	139
ACTIVIDAD 11-2-G-7.	Discusión grupal de los resultados obtenidos en la actividad anterior	140
ACTIVIDAD 11-2-G-8.	Análisis de algunos aspectos de los contenidos del listado concluido en la actividad anterior	140
ACTIVIDAD 11-2-G-9.	Determinación, selección y definición del contenido del resumen de la lectura "La Atmósfera"	149
ACTIVIDAD 11-2-G-10.	Elección de la presentación escrita del resumen, y elaboración de éste	150
ACTIVIDAD 11-2-G-11.	Construcción de un modelo de la Tierra con su atmósfera	151
Densidad		154
ACTIVIDAD 11-2-D-1.	Concepto intuitivo de densidad	155
ACTIVIDAD 11-2-D-2.	Concepto cuantitativo de densidad	157
ACTIVIDAD 11-2-D-3.	Análisis de magnitudes definidas como una razón de otras dos	161
ACTIVIDAD 11-2-D-4.	La densidad de los materiales y su utilidad	163
ACTIVIDAD 11-2-D-5.	Densidad atmosférica	163
Presión atmosférica		166
ACTIVIDAD 11-2-P-1.	Examen diagnóstico de presión atmosférica	167
ACTIVIDAD 11-2-P-2.	Revisión colectiva del examen diagnóstico	168
ACTIVIDAD 11-2-P-3.	Concepto intuitivo de fuerza, peso y presión	171
ACTIVIDAD 11-2-P-4.	Concepto cuantitativo de presión	173
ACTIVIDAD 11-2-P-5.	Presión atmosférica	177
ACTIVIDAD 11-2-P-6.	Ley de las presiones parciales	202
ACTIVIDAD 11-2-P-7.	Lectura dirigida de presión atmosférica	205
ACTIVIDAD 11-2-P-8.	Revisión de la lectura sobre presión atmosférica	210
ACTIVIDAD 11-2-P-9.	Elaboración del resumen de la lectura sobre presión atmosférica	211
ACTIVIDAD 11-2-P-10.	Segunda aplicación del examen diagnóstico sobre la presión atmosférica	211
ACTIVIDAD 11-2-P-11.	Revisión grupal de la segunda aplicación del examen sobre presión atmosférica	211
Respiración humana		212
ACTIVIDAD 11-2-R-1.	Examen diagnóstico sobre la respiración humana	212
ACTIVIDAD 11-2-R-2.	Revisión del examen diagnóstico	214
ACTIVIDAD 11-2-R-3.	Lectura referente a la respiración humana	214

ACTIVIDAD 11-2-R-4. Revisión de la lectura acerca de la respiración humana	217
ACTIVIDAD 11-2-R-5. Elaboración del resumen de la lectura sobre respiración humana	217
ACTIVIDAD 11-2-R-6. Segunda aplicación del examen diagnóstico sobre respiración humana	218
ACTIVIDAD 11-2-R-7. Revisión grupal de la segunda aplicación del examen sobre respiración humana	218
ACTIVIDAD 11-2-R-8. Construcción de un modelo mecánico de pulmón	218
Tercer Acercamiento	220
ACTIVIDAD 11-3-1. Lectura del texto "Fisiología de aviación, de grandes alturas y del espacio"	221
ACTIVIDAD 11-3-2. Resumen del texto "Fisiología de aviación, de grandes alturas y del espacio"	229
ACTIVIDAD 11-3-3. Situaciones reales semejantes a la estudiada durante el curso	229
CONCLUSIONES	231

INTRODUCCION

En general se acepta (SCIAAF, 1980) que las fuentes de la invención matemática residen, a veces, en las realidades del mundo que nos rodea y que muchos de los resultados matemáticos son parte de la base conceptual con que cuentan los científicos para la comprensión y descripción del mundo físico.

La educación institucionalizada reconoce la importancia de lo anterior y lo erige en objeto de enseñanza, apareciendo, no pocas veces, explícitamente formulado en el currículo. Tal es el caso del Colegio de Ciencias y Humanidades (CASANOVA, 1974) que establece como un ideal por alcanzar, en cuanto a formación matemática, el que sus alumnos conozcan a esta ciencia en lo que tiene de

lógica y de expresión numérica de la naturaleza y de algunos fenómenos sociales.

Hay en este ideal un claro deseo de conocer a las matemáticas en sí, y de aplicarlas. Aplicarlas tanto al mundo natural, como al mundo creado por el hombre, o sea, a la realidad.

En la actualidad este deseo sigue vigente, no sólo en México sino también en otras muchas partes. Al respecto, la opinión de la Comisión Internacional sobre Instrucción Matemática es que: "enseñar a los estudiantes cómo aplicar sus matemáticas debe ser un propósito principal para los años noventa" (NEWSON et al., 1986). En forma parecida se manifiesta la NCTM (NCTM, 1990) de los EE.UU. cuando recomienda: "Aplicar el proceso de modelación matemática a situaciones problemáticas del mundo real".

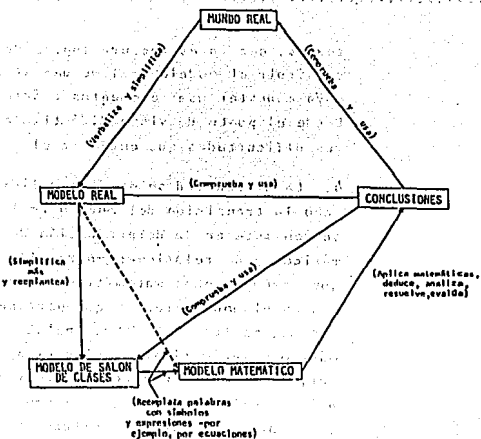
Desde el punto de vista pedagógico la relación Matemáticas-realidad se ha interpretado o utilizado de varias maneras. Algunas de ellas son las siguientes:

1. Enseñar contenidos matemáticos (JEREHY, 1980) a partir de problemas reales.
2. Enseñar a aplicar contenidos matemáticos.
3. Enseñar matemáticas aplicadas (CASTELNUOVO, 1980).
4. Enseñar cómo se han aplicado las matemáticas.

En estas cuatro directrices se ha realizado mucho trabajo. Aún con ello, y a decir de la ICHI (NEWSON et al. op.cit.) poco se ha logrado. En particular, la forma en la cual la enseñanza tradicional ha enseñado a aplicar contenidos matemáticos ha recibido fuertes cuestionamientos (KLINE, 1976).

Este trabajo se inscribe dentro de la cuarta interpretación y consiste en una Propuesta Educativa para enseñar la forma en la cual se han aplicado contenidos matemáticos, físicos, químicos, biológicos, sociológicos, etc., al estudio de ejemplos concretos de cosas, hechos o fenómenos que aparecen en la realidad.

Quando se aborda matemáticamente un problema se habla de matemati-zación, o de aplicar las matemáticas o de construir un modelo matemático. En esto no hay mucho acuerdo. Sin embargo, parece ser que el proceso que se sigue en su realización es en esencia el mismo. El siguiente diagrama representa dicho proceso (KERR y HAKI, 1979);



Sin pretender discutir exhaustivamente las diferentes etapas de él y de las transiciones de una a otra, es necesario puntualizar algunos aspectos:

1. La realidad es en extremo rica en cosas, hechos y fenómenos. No obstante, tener vivencias, experiencias y representaciones de ella puede ser complicado. Es difícil interaccionar con gases, o percatarse de lo que ocurre en las profundidades marinas, o en el interior del cuerpo humano, y casi imposible percibir lo que sucede en el interior de un átomo o en algún sistema planetario casi infinitamente distante de nosotros. Naturalmente no siempre es así y hay casos en que es fácil tener vivencias de la realidad.
2. Pasar del Mundo Real al Modelo Real, reclama una gran vivencia, conocimientos y experiencias, tanto del Mundo Real, como de distintas áreas del conocimiento -diferentes de las matemáticas- de las cuales surgirán los conceptos y relaciones que servirán para construir el Modelo Real. La vivencia, ya sea concreta o simbólica de la realidad es de fundamental importancia cuando se transita de la realidad al Modelo Real, o sea, a un conjunto de conceptos y de relaciones entre ellos. Pero, ¿cómo se podrán construir conceptos y relaciones entre ellos cuando se desconocen o son pobres, las vivencias que sirven de asideros a tales representaciones simbólicas?
3. Aún con todo, supongámos que fue posible construir un modelo real de una situación concreta. Su construcción no respeta disciplinas o áreas del conocimiento. Mucho menos se ciñe a índices de

textos, o a la estructura lógica de una disciplina. Es decir, al construir el modelo real de una situación, lo más probable es que haya menester usar elementos teóricos de más de una disciplina. Desde el punto de vista didáctico este aspecto es una de las mayores dificultades que encierra el estudio de la realidad.

4. La dificultad se pone de relieve al momento en que se lleva a cabo la transición del modelo real al modelo matemático. Este paso consiste en la determinación de un conjunto de conceptos matemáticos y de relaciones entre ellos que, sin embargo, no son más que formulaciones matemáticas de conceptos y relaciones que aparecen en el modelo real y que pertenecen a disciplinas distintas de las matemáticas. En otras palabras, al construir el modelo matemático o matematizar una situación concreta lo que se hace es expresar, en forma matemática, conceptos y relaciones que no pertenecen a la matemática pero, que sí son matematizables. Por lo tanto, cae la pregunta: ¿con una situación real, qué se matematiza si no son conceptos como temperatura, velocidad, peso, aceleración, momento, concentración, PIB, ingreso per cápita, tasa de producción, o agregar, quitar, comparar, repartir, razón de cambio, etc.?

Construir un modelo matemático únicamente con matemáticas es imposible. Por otro lado, pasar del modelo real al modelo matemático implica conocer matemáticas. Pero, en general, los conceptos y relaciones matemáticas que se necesitan en un "problema real" pueden ser muchos y muy diversos entre sí. Algo que es difícil de poseer cuando se está en un punto determinado de un curso de matemáticas.

5. La transición modelo real a modelo de salón de clases es, desde el punto de vista pedagógico, fundamental. Es el paso que tiene que ver con la decisión de convertir a la modelación matemática en objeto de enseñanza. En esta transición se corre el riesgo de que aparezcan los "trenes de salón de clase" que no transportan a nadie. En clases de matemáticas, que no es lo mismo en física o química, hay el peligro de que al pasar del modelo real al modelo de salón de clases se dé tal simplificación que la situación concreta tenga poco que ver con la realidad.

6. En la realidad se dan una amplia gama de problemas. Algunos los enfrentan la inmensa mayoría de los miembros de un cierto grupo social y otros son abordados sólo por grupos bastante minoritarios. Los primeros son los problemas cotidianos, de la vida diaria, comunes para "toda" la gente; los segundos son, por lo general, aquellos que corresponden al mundo del trabajo especializado. Pero, independientemente de que sean de un tipo o de otro, para abordarlos se necesita un entrenamiento, una formación. Para los

primeros, ésta se da en la vida diaria, social, cotidiana. En la interrelación diaria con nuestros semejantes, vamos construyendo los elementos teórico-formales que necesitamos para su racionalización. En cambio, para los segundos, hay necesidad de recibir una formación especial, lo cual normalmente ocurre en una institución educativa. Todos los miembros de un cierto grupo social pueden abordar y resolver una gran cantidad de problemas reales cotidianos, en virtud de que por su misma vida social han elaborado las conceptualizaciones necesarias para ello; pero, sólo algunos de ellos pueden abocarse a problemas, por ejemplo, científicos. Lo anterior nos deja en claro una cosa: para una determinada comunidad, en un cierto tiempo y lugar, existen dos grandes grupos de conceptualizaciones: la que comparten todos los miembros del grupo y que se adquieren y desarrollan por la vida social cotidiana, y aquella que la poseen sólo grupos particulares que han recibido una formación especializada. Esto es de particular importancia para el proceso enseñanza-aprendizaje, en especial para el de las matemáticas, ya que, en principio, se cuenta con dos grandes tipos de "problemas" reales a abordar, cada uno con sus consecuentes dificultades. Construir el modelo real de un problema real puede ser "más o menos fácil" dependiendo del tipo de problema que se tenga y del individuo que lo enfrenta; si es cotidiano para él, le será fácil y si no lo es, le será difícil. Para un biólogo, muchos problemas de la Biología son cotidianos, para un estudiante del bachillerato, no tienen porque serlo.

7. La cantidad y profundidad de experiencias y contenidos cognitivos a que se debe recurrir para transitar por los distintos aspectos del proceso de matematización parecen ser muy variados, dependiendo del problema real de que se trate. Enumeraremos sólo algunos casos:

- CASO 1.** Mucha y profunda experiencia del mundo real, pocos y simples contenidos cognitivos de áreas del conocimiento ajenas a las matemáticas y simples contenidos de éstos últimos.
- CASO 2.** Poca y superficial experiencia del mundo real, pocos y difíciles contenidos cognitivos de áreas del conocimiento distintas a las matemáticas y pocos y simples contenidos matemáticos.
- CASO 3.** Pocas, pero profundas experiencias del mundo real, muchos y simples contenidos cognitivos de áreas del conocimiento ajenas a las matemáticas y pocos y simples contenidos cognitivos matemáticos. Y, así sucesivamente, cuantas combinaciones entre vivencias y experiencias del mundo real, conocimientos en áreas distintas de las matemáticas y conocimientos matemáticos, se puedan construir.

En conclusión, podemos afirmar que enseñar "aplicaciones de las

matemáticas" con puras matemáticas es imposible y que su realización reclama, tanto del profesor como del alumno, conocimientos sobre otras áreas del saber. Este es uno de los más grandes obstáculos con que se encuentra el deseo de enseñar modelos matemáticos.

LAS APLICACIONES DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ENSEÑANZA

Es difícil determinar cómo se lleva a la práctica la enseñanza de la relación matemáticas-realidad mediante los problemas que se identifican en esta última. Con el ánimo de tener alguna idea de cómo se realiza lo anterior, podrían utilizarse, simultáneamente, los siguientes modos de investigación: revisión de los documentos oficiales, entrevistas a profesores y análisis de libros de texto.

En la enseñanza de la relación matemáticas-realidad, dos aspectos son los fundamentales: el tipo de problemas, supuestamente reales de que se parte y, la didáctica utilizada para su enseñanza.

Vislumbrar el tipo de problemas en donde aparece la relación matemáticas-realidad y que se abordan en el salón de clases, se puede lograr analizando los libros de texto que se utilizan en la Instrucción matemática, ya que éstos son uno de los recursos fundamentales de que normalmente se vale un profesor para instrumentar su curso.

En los libros de texto de matemáticas -desde el Papiro de Rhin, hasta los actuales- usualmente lo que se denominan "aplicaciones de las matemáticas" son ejemplos de cómo determinados conceptos matemáticos se utilizan en la solución de problemas adjetivados como reales. La temática que abordan los problemas es variada. Depende de la rama de las matemáticas de que se trate y del nivel al que se esté estudiando. En este momento cabe hacer notar de que cuando se hable de "aplicaciones de las matemáticas" estas se pueden presentar, tanto en las mismas matemáticas, como en campos distintos de ellas.

Algunos libros incluso prescriben procedimientos para resolver este tipo de problemas. A continuación se reproducen algunas páginas del libro "ALGEBRA Y TRIGONOMETRIA CON GEOMETRIA ANALITICA" de Earl W. Swokowski (1990) que muestra lo anterior.

2.2 Aplicaciones

En todos los campos que tienen que ver con números, se usan fórmulas o ecuaciones con variables. En ciertas aplicaciones es necesario encontrar la solución para una variable particular, en términos de las variables restantes que aparecen en la fórmula, como se ilustra en los siguientes tres ejemplos.

EJEMPLO 1 Si se invierte una cantidad de dinero P a una tasa de interés simple de r por ciento anual, el interés I al final de t años está dado por $I = Prt$. Resolver la ecuación despejando r en términos de las otras variables.

SOLUCIÓN Empezamos por escribir

$$Prt = I.$$

Para despejar r , multiplicamos ambos lados por $1/Pt$ y obtenemos

$$\left(\frac{1}{Pt}\right)Prt = \left(\frac{1}{Pt}\right)I.$$

De donde

$$r = \frac{I}{Pt}.$$

EJEMPLO 2 La relación entre la temperatura F en la escala Fahrenheit y la temperatura C en la escala Celsius está dada por

$$C = \frac{5}{9}(F - 32).$$

Despejar F en términos de C .

SOLUCIÓN Podemos proceder como se ve a continuación:

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

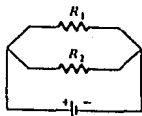
$$\frac{9}{5}C = F - 32$$

$$\frac{9}{5}C + 32 = F$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

EJEMPLO 3 La fórmula $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$ se usa en la teoría de la electricidad para encontrar la resistencia total R , cuando dos resistencias R_1 y R_2 están conectadas en paralelo, como se ilustra en la Figura 2.1. Despejar R_1 en términos de R y R_2 .

FIGURA 2.1



SOLUCIÓN Las ecuaciones siguientes son equivalentes a la ecuación dada.

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$(R_1 + R_2)R = (R_1 + R_2) \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$R_1 R + R_2 R = R_1 R_2$$

$$R_1 R = R_1 R_2 - R_2 R$$

$$R_1 R - R_1 R_2 = -R_2 R$$

$$R_1(R - R_2) = -R_2 R$$

$$R_1 = \frac{-R_2 R}{R - R_2}$$

Una forma alternativa es

$$R_1 = \frac{R_2 R}{R_2 - R}$$

En la vida diaria, a menudo ocurren problemas que se pueden resolver mediante ecuaciones u otros medios matemáticos. Algunos problemas se plantean verbalmente, de una persona a otra. Otros se enuncian por escrito, como en libros de texto. Por esa razón, los estudiantes y profesores de matemáticas los llaman a menudo "problemas verbales". También se refieren a ellos como "problemas prácticos". Usaremos el término "problema aplicado" para cualquier problema que se refiera a una aplicación de matemáticas en algún otro campo.

Debido a la ilimitada variedad de problemas aplicados, es difícil establecer reglas específicas para encontrar soluciones. Sin embargo, es posible desarrollar una estrategia general para resolver dichos problemas. A continuación se dan algunas guías que pueden ser útiles cuando se puede formular el problema en términos de una ecuación en una variable.

Pasos a seguir para resolver problemas aplicados

- 1 Si el problema se enuncia por escrito, léalo cuidadosamente varias veces y piense en los datos que se dan, junto con la cantidad desconocida que se debe encontrar.
- 2 Denote la cantidad desconocida mediante una letra. Éste es uno de los pasos cruciales en la solución! Las frases que contienen palabras como "qué", "encuentre", "cuánto", "a qué distancia" o "cuánto", nos indican la cantidad desconocida.
- 3 Si es posible, trace un croquis con las anotaciones apropiadas.
- 4 Haga una lista de los datos conocidos, junto con todas las relaciones que contienen la cantidad desconocida. A veces se pueden describir relaciones por medio de una ecuación en la que aparecen enunciados escritos, en vez de letras o números, en uno o en ambos lados del signo igual.
- 5 Después de analizar la lista del paso 4 y tal vez leyendo el problema varias veces, formule una ecuación que describa precisamente lo enunciado en palabras.
- 6 Resuelva la ecuación formulada en el paso 5.
- 7 Verifique las soluciones obtenidas en el paso 6 refiriéndolas al enunciado original del problema. Observe cuidadosamente si la solución concuerda con las condiciones dadas.
- 8 No se desanime si no puede resolver un problema dado. Se requiere mucho esfuerzo y práctica para adquirir habilidad para resolver problemas aplicados. ¡Siga intentando!

EJEMPLO 4 Las calificaciones de un estudiante son 64 y 78. ¿Cuánto debe obtener en un tercer examen para tener un promedio de 80?

SOLUCIÓN Sigamos los pasos anteriores a este ejemplo. Si leemos el problema con cuidado, como sugiere el paso 1, notamos que la cantidad desconocida es la calificación del tercer examen. De acuerdo con el paso 2, utilizamos una letra y escribimos:

$$x = \text{calificación del tercer examen.}$$

En este problema no es apropiado trazar un croquis como se menciona en el paso 3, así que pasamos al punto 4 y buscamos una relación que contenga x . Como el promedio se obtiene al sumar los tres valores y dividiendo por 3, podemos escribir

$$\frac{64 + 78 + x}{3} = \text{promedio de las tres calificaciones } 64, 78 \text{ y } x.$$

Del enunciado del problema tenemos que

$$80 = \text{promedio deseado.}$$

La principal limitación de presentaciones como la anterior es la simplificada, reducida y descontextualizada que se presenta la situación, ya tratase de edades, engranes, balanzas, mezclas, costos, velocidades, etc. He aquí una muestra: el Ejemplo 3 de Swokowski es un tópicos de Física que es de fundamental importancia en la teoría de circuitos eléctricos. A este tópicos, un libro antiguo de Física para secundaria (DOMINGUEZ, R.R., 1969) le dedica seis páginas escritas con letra pequeña y que sin embargo,

Swokowski, lo trata en tres renglones. El problema en los textos de matemáticas, es el mismo que en los de Física: dan por conocido aquello que no es su campo de estudio. Presentaciones como las anteriores no son escasas en los libros de texto de matemáticas, bien sea que traten de Aritmética, Álgebra, Geometría Euclidiana o Cálculo Diferencial e Integral. Casi se puede decir que todos los libros de texto de matemáticas elementales, no dejan de mencionar a las aplicaciones de éstas.

Los cursos de Física y Química, pero sobre todo los primeros, son ejemplos claros de "aplicaciones de las matemáticas". En ellos, el énfasis está puesto en los contenidos físicos y químicos y se considera a las matemáticas como una herramienta que ayuda a estudiar los problemas propios de tales ciencias. En no pocas ocasiones, en estos cursos, se dan por conocidos los contenidos matemáticos y lo más que se llega a hacer es un "recordatorio" que consiste en un listado de fórmulas o algoritmos. Por cuestiones ideológicas, muchas veces los profesores privilegian "su" área de conocimiento y llegan al extremo de mostrar repulsa o aversión hacia otras.

PROPUESTA METODOLÓGICA

En términos de las consideraciones anteriores, la segunda parte de este trabajo, es una propuesta educativa que tiene la intención de servir de orientación para enseñar a estudiantes que han cursado mínimamente la secundaria, cómo se han aplicado las matemáticas, junto con otras áreas del conocimiento, al estudio de situaciones concretas.

EJEMPLOS DE SITUACIONES CONCRETAS

Por situación concreta se está entendiendo cualquier objeto material, animado o inanimado, así como algún hecho social o fenómeno de la naturaleza. Como posible fuente de situaciones se pueden utilizar textos que estudien cosas, hechos o fenómenos en términos de ciencias básicas, como podrían ser Fisiología, Bioquímica, Geofísica, Ingeniería, Arquitectura, Demografía, Geografía, etc. En tre menos básico sea el campo de estudio al que pertenece la situación más significativo real tendrá y así será la riqueza conceptual que se necesite para abordarla. Como ejemplos de tales situaciones, estarían las siguientes:

La fisiología del cuerpo humano a grandes alturas.

La contaminación atmosférica en los alrededores de una fábrica.

El funcionamiento de una bomba para elevar agua.

Los procesos demográficos y la población en la ciudad de México.

Veamos, con un poco más de detalle, un ejemplo de problema concreto que se considera es posible de abordar. Es algo que se deriva de un hecho aparentemente simple: una actividad deportiva.

FISIOLOGIA DE LAS GRANDES ALTURAS

El deporte es una actividad de carácter lúdico. Algunos dicen que en él se resuelve una especie de instinto animal por la agresión. Sin embargo, sea cual fuere la explicación psicológica de su origen, el hecho es que el deporte ha llegado a constituir una actividad que en parte satisface la necesidad humana de la diversión; es un medio que ayuda a conservar la salud y en no pocos casos, se ha convertido en toda una actividad profesional.

En torno al deporte se ha estructurado toda una serie de actividades económicas, políticas, tecnológicas y científicas encargadas de organizarlo, promoverlo, mantenerlo, desarrollarlo y así poder proporcionar los medios materiales adecuados, fundamentar o comprender en términos científicos su realización y en especial, aclarar la forma en que el funcionamiento del cuerpo humano se ve alterado por la realización de uno en especial.

La actividad corporal que realiza un deportista no es igual para todos ellos. Tampoco son iguales las condiciones del medio físico ni las sociales en las cuales se realiza. Esto ha planteado el problema de conocer la forma en la cual la práctica de determinado deporte, modifica el funcionamiento de nuestro organismo, en virtud de realizarse en un medio físico diferente al que normalmente está habituado. Las razones, al menos las importantes, que justifican la solución de este problema son claras: se quisieran prever las posibles situaciones que pudiesen en peligro la salud o la vida misma de un deportista, o en su defecto, tener elementos para diagnosticar y aplicar un tratamiento médico adecuado a los trastornos de salud que se hayan presentado.

Vistas así las cosas, consideremos un deporte en particular: el alpinismo. Hace algún tiempo, un mexicano escaló el monte Everest, cuya altura es de 8 844 m. Para lograrlo tuvo que resolver numerosos problemas. La solución de algunos de ellos sólo se pudo lograr gracias al concurso del medio social. Otros, solamente a su decisión y actividad personal. Entre los problemas

resueltos cabe señalar los siguientes :

- Entrenamiento físico adecuado.
- Recursos económicos para la adquisición del equipo adecuado.
- Poseer los conocimientos pertinentes acerca del comportamiento de su organismo en las condiciones físicas en que se encontraría.
- Tener conocimientos de los fenómenos físicos con que se podría encontrar, en virtud de la geografía del lugar de ascenso.
- Problemas de carácter legal derivados del hecho de que un individuo salga de su país e ingrese a otro.
- Poseer recursos económicos necesarios para el transporte y mantenimiento durante el tiempo total que implica esta actividad.
- Problemas familiares derivados de la empresa.
- Tener conocimientos detallados de su estado de salud en el tiempo inmediato al ascenso.
- Problemas de comunicación con el resto del mundo durante el tiempo de ascenso.
- Contar con medidas de seguridad permanentes en tanto dure el ascenso.
- Conocimiento de la geografía que encontraría en el ascenso.

Sin el concurso de la sociedad, muchos de estos problemas simplemente no los hubiera podido resolver, en especial los relacionados con conocimientos: desarrollar los principios teóricos y la tecnología requerida para la fabricación de los instrumentos adecuados, para el ascenso, la comprensión de la fisiología del cuerpo humano, cuando se encuentra a grandes alturas sobre el nivel del mar, etc. Por su carácter social y acumulativo del conocimiento, éste no se puede obtener si no es gracias a la participación del medio social. El deporte profesional, como cualquier otra actividad altamente especializada es, en general, el producto de procesos sociales complejamente estructurados.

Detengámonos en uno de los problemas anteriormente enlistados: como ser las alteraciones, y sus causas, que experimenta el funcionamiento del cuerpo humano cuando éste no está habituado a encontrarse a grandes alturas. Este problema no sólo es importante para el alpinismo. También está relacionado fuertemente con la aviación que se efectúa a grandes alturas y es un ejemplo de situación concreta que puede estudiarse en el salón de clases.

ALUMNOS A QUIENES SE DIRIGE LA PROPUESTA

Una situación concreta cuyo estudio reclame de contenidos físicos, químicos, biológicos y matemáticos sería muy difícil tratarla con alumnos que no tuviesen tales conocimientos, aunque sean elementales. Por tal razón se considera que un estudiante que se encuentra en el bachillerato, y que ha cursado la Educación Media, está en posibilidades de abordar un gran número de situaciones, a cierto nivel que reclamen saberes de dos o más disciplinas, tanto científicas como humanísticas. Estudiar una situación con las características antes anotadas no se puede llevar a cabo en un curso normal de matemáticas y en una sesión de pocas horas; es necesario dedicarle un espacio de tiempo adecuado. Un curso, de carácter extracurricular que esté dedicado, todo él, al estudio de una sola situación podría ser la alternativa.

SUGERENCIA METODOLÓGICA

El estudio de la situación se lleva a cabo mediante tres acercamientos que se distinguen o caracterizan en dos aspectos: por la complejidad en los aprendizajes deseados y por las características de las actividades de aprendizaje que se realizan. En cada acercamiento se realizan todo un conjunto de actividades, con la finalidad de propiciar los aprendizajes deseados. Estas diversas actividades se organizan para efectuarse en las distintas sesiones destinadas al estudio de la situación.

PRIMER ACERCAMIENTO

El primer acercamiento se caracteriza porque prácticamente todas las actividades que realiza el estudiante las lleva a cabo en base a su experiencia personal, únicamente con lo que "cree", lo que sabe, de manera un tanto intuitiva, nada formal y tendrá los siguientes objetivos:

- * Que el estudiante se familiarice, haga suyo, se involucre en la situación problemática.

La experiencia enseña que sin compromiso, interés, convicción o necesidad de resolver algún problema, es muy difícil intentar la búsqueda de su solución y en consecuencia, lograrla.

Podemos afirmar que se intenta resolver un problema cuando se tiene, cuando se está involucrado en él, cuando es nuestro. En caso contrario es difícil siquiera intentar su búsqueda. Sin embargo, se es claro en lo difícil que resulta el lograr que los estudiantes "hagan suyos" problemas que en última instancia no tienen porque serlos para ellos. Tal vez este primer propósito es el más difícil de alcanzar.

Alguien está involucrado en un problema cuando se percata de algún o algunos de los elementos que lo forman, de los datos, dificultades, incógnitas, relaciones entre datos e incógnitas que

lo constituyen. Cuando se está involucrado en un problema se pliega de una u otra forma, reiteradamente se replantea, tratando de acercarse a él por diferentes ángulos, se discute con alguien mas o con uno mismo, se consideran con detenimiento los recursos que se poseen para su solución. Es este "darle de vueltas" constantemente lo que nos lleva a aclarar dificultades, a identificar sus elementos, a formular sus posibles soluciones, a tratar de simplificar sus dificultades. En suma, a "vivir" el problema.

- * Que el estudiante recuerde sus experiencias y conocimientos relacionados con la situación problemática.

Tanto la solución de un problema como los nuevos aprendizajes que un estudiante puede alcanzar no se dan en el vacío, sobre la nada. Al contrario, éstos se realizan tomando como fuente de partida sus vivencias, experiencias y conocimientos anteriores. Todo aprendizaje nuevo, para que sea significativo, tiene que "anclarse" en las vivencias, experiencias o conocimientos anteriores. Precisamente son éstos, los que deberán transformarse de alguna manera para originarse en nuevos conocimientos, en virtud de las experiencias de enseñanza-aprendizaje. De acá la importancia que reviste el hecho de que un estudiante tenga claro y sea consciente de los conocimientos que posee en relación a una nueva problemática. Puede ocurrir que en relación al nuevo aprendizaje, los conocimientos previos sean incompletos, incorrectos o inconexos, pero es sobre ellos, y su transformación, sobre los que se construirá el nuevo saber. Tanto para el alumno como para el profesor tiene importancia el ubicar y explicitar los conocimientos con el objeto de completarlos, corregirlos y/o reestructurarlos, con miras a la solución del nuevo problema.

- * Que el estudiante haga una primera identificación de los elementos de la situación problemática.

En una situación concreta, aislada -por fines metodológicos-, se presentan una gran diversidad de elementos o partes constituyentes de ella. Algunos son relevantes para el estudio que se pretende hacer; otros, en cambio, no tienen relación con la solución del problema. Por esto es importante que los estudiantes identifiquen, con la mayor claridad posible, el mayor número de elementos que componen la situación concreta.

- * Que el estudiante se de cuenta, sobre consciencia, de que entre las distintas partes de la situación existen relaciones, y que es precisamente de estas relaciones, de donde se obtendrá la solución del problema planteado por la situación concreta.

Los diferentes elementos de una situación pueden estar relacionados, entre ellos, de múltiples maneras. Puede ser que estén presentes relaciones cualitativas, cuantitativas, de orden, causales,

etc. Vista la situación concreta como un sistema, no sólo es importante reconocer sus partes, sino también la relación que existe entre ellas.

Que el estudiante tenga una primera aproximación a lo que se entenderá por "explicación" o "comprensión" de la situación concreta. Todo fenómeno de la naturaleza se puede pensar como un efecto debido a determinadas causas. Por lo tanto, su explicación consiste en el establecimiento de las distintas relaciones de tipo causal que conjuntamente dan cuenta de fenómeno en cuestión. Las relaciones de tipo causa-efecto, que desde el punto de vista lógico tienen una estructura de proposiciones condicionales, son leyes que reducen al fenómeno bajo estudio a un caso particular. Esta es precisamente la característica fundamental de toda explicación: incluir en una generalidad un fenómeno en particular.

A diferencia de un fenómeno natural, que puede incluirse en una generalidad, un hecho social es algo casuístico, específico. Por lo tanto, parece que no tiene mucho sentido hablar de "causas" como se hace para un fenómeno de la naturaleza, sino de los factores que lo hacen comprensible. Identificar estos distintos aspectos, tanto para los fenómenos naturales, como para los hechos sociales, es fundamental para un pensamiento racional.

SEGUNDO ACERCAMIENTO En el segundo acercamiento se inicia la formalización. Es la parte más larga y pesada por las numerosas actividades que se realizan con el fin de que los alumnos recuerden o lleguen a conocer los conceptos, relaciones, algoritmos y métodos, que son necesarios para la comprensión del problema y su solución. Es en esta etapa, digamos, cuando se elabora el cúmulo de conceptos teóricos indispensables para el estudio de la situación.

TERCER ACERCAMIENTO En el tercer acercamiento se aborda la solución al problema planteado en el primero, a través de la integración de lo estudiado en el segundo. En otras palabras, se resuelve un problema como forma de integrar conocimientos aislados.

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

- CASANOVA, P.G., "Esta es la Nueva Universidad. Es la Misma Universidad que Cambia y se Renueva" en: DOCUMENTA No.1, CCH-UNAM, México, 1979.
- CASTELNUOVO, E. y BARRA, M., "La Mathématique dans la Réalité". France: Editions CEDIC, 1980.
- DOMINGUEZ, R.R., "Curso Elemental de Física". México: Porrúa, 1969.
- JEREMY, L., "Activites sur Quelques Themes D'Algebre". France: Editions CEDIC, 1980.
- KERR, D.R. and MAKI, D., "Mathematical Models to Provide Applications in the Classroom" en APPLICATIONS IN ACHOOOL MATHEMATICS", 1979 Yearbook. EEUU: NCMT, 1979.
- KLINE, M., "El Fracaso de la Matemática Moderna". España: Siglo XXI editores, 1976.
- HOWSON, A.G. and WALSON, B., "School Mathematics in the 1990s"; ICMI Study Series. EEUU: Cambridge University Press, 1990.
- "Curriculum and Evaluation. Standards for School Mathematics". EEUU: NCTM, 1990.
- PIAGET, J. et al., "La enseñanza de las matemáticas modernas". España: Alianza Editorial, 1980.
- SCHAAF, W.L. "Sobre la Modernidad de las Matemáticas Modernas", en: La enseñanza de las matemáticas modernas, Hernández, J. (ed.). Madrid: Alianza U., 1980.
- SWOKOWSKI, E.W. "Algebra y Trigonometría con Geometría Analítica". México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1990.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

INTRODUCCION

Como se dijo anteriormente, este trabajo es una propuesta educativa; propone enseñar algo, de una particular manera, a estudiantes con ciertas características.

Naturalmente que lo que se propone enseñar, así como la forma específica de hacerlo, tienen sus razones, sus justificaciones. Hay sendos porques para el objeto de enseñanza, para la didáctica seleccionada y para la forma de organizar el proceso enseñanza-aprendizaje.

Por lo anterior, antes de pasar a desarrollar la propuesta como tal, hay necesidad de precisar, en la medida de lo posible, lo que se entenderá por cada uno, de un cierto número de conceptos o aspectos fundamentales para la propuesta. Existen planteamientos

o formulaciones teóricas distintas para algunos de estos conceptos o aspectos, por lo que se hace necesario aclarar, o poner de manifiesto, la formulación o concepción que se acepta en este trabajo. Sin estas precisiones sería difícil entender el planteamiento mismo del problema que se aborda, las propuestas que se hacen y los fundamentos en que se apoyan. En resumen, el propósito de este CAPÍTULO es dar el encuadre teórico y conceptual, es decir, aquellos elementos teóricos y conceptos básicos, que permitan justificar distintos aspectos de la propuesta que se hace.

En una propuesta educativa hay diversos aspectos que se deben precisar y justificar. Para nuestro caso son los siguientes:

1. Propuesta educativa.
2. Estudio científico de una situación concreta real.
 - Realidad.
 - Situación Concreta real.
 - Estudio científico.
 - + Concepto.
 - + Leyes.
 - + Teorías.
 - + Modelo.
 - + Métodos.
 - Matemáticas.
 - + Matemalización o modelo matemático.
3. FILOSOFÍA DE LA EDUCACIÓN o por qué es conveniente estudiar la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza.
4. TEORÍA DEL CONOCIMIENTO o qué es conocer algo.
 - Medios de llegar a conocer algo.
5. TEORÍA DEL APRENDIZAJE. El aprendizaje como medio de adquirir conocimientos.
 - Aprendizaje significativo.
 - Estructura cognitiva de un alumno del bachillerato.
 - Modelo de aprendizaje de estudios científicos de situaciones concretas reales.
6. Didáctica para la enseñanza de la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza.
7. Modelo de Programa para un curso.

En general se puede decir que la conceptualización y los fundamentos teóricos para los aspectos anteriores los proporcionan áreas del conocimiento como la Filosofía, la Sociología, la Psicología y las propias Matemáticas, todas ellas en estrecha relación con la educación.

1. **PROPUESTA EDUCATIVA** Es la propuesta (Suplemento de la Gaceta CCH, Enero 29 de 1990) estructurada y fundada que tiende a modificar algún aspecto del proceso educativo en alguna institución tales como currículum, métodos de enseñanza, evaluación de una asignatura o algunos de sus temas. Debe contener el marco teórico conceptual, explicitación de su contribución o ventajas para la docencia, así como las sugerencias para su aplicación.
2. **ESTUDIO CIENTÍFICO - DE UNA SITUACION CON CRESTA REAL** El hombre ha construido representaciones simbólicas del mundo o de la realidad en que se halla. Hechas a "imagen y semejanza nuestra" tales representaciones pueden verse como imagen, modelo o réplica de cómo creemos que es el mundo, de cómo percibimos lo que ocurre o lo que hay en nosotros mismos o en nuestro entorno: mitos, ritos y teorías son ejemplos concretos de construcciones conceptuales de la realidad. Principio y fin de la reflexión humana, la realidad es difícil de definir, de conceptualizar. Como que intuitivamente sabemos lo que se quiere expresar por realidad; es más, podemos señalar o enumerar objetos o cosas que forman parte de la realidad. Así, LEWIS CARROLL (1972) dice: "...en el mundo hay cosas y éstas tienen atributos". Es frecuente hablar de la realidad o sobre la realidad sin decir lo que por ésta se entiende. Los siguientes son algunos ejemplos: "El hombre obtiene el conocimiento de la realidad de una manera espontánea" (GREGORCZYK, 1967); "En ciertos períodos, cuando se exploran científicamente nuevos niveles de la realidad, la modificación de las categorías se realiza con mayor rapidez" (GORTARI, 1964); "La lógica marxista, por el contrario, adopta una posición inequívoca sobre las relaciones entre las leyes y formas del pensamiento y el resto de la realidad" (NOVACK, 1982); "...un modelo útil describe un mundo imaginario que, por ser suficientemente complejo y semejante a la realidad..." (CAFFE, 1963); "La física intenta representar la realidad" (DUNGE, 1972). Cuando así se hace, lícitamente se da por hecho de que se sabe de quién se está hablando, a qué nos referimos. En este trabajo pudimos seguir el mismo camino: dejar indefinido el término y confiar en que todos entendemos por realidad más o menos algo. Sin embargo, se ha creído conveniente proponer como significado para este término una definición del tipo descriptivo (COPI, 1974), que

si bien puede ser muy discutible, es adecuada para los fines de este trabajo. Por lo tanto, para nosotros, realidad es la unión del mundo natural y del mundo creado por el hombre. Por mundo natural se entiende todo aquello que no es hechura humana y que, en principio, podemos aceptar que existe, independientemente de él. En cambio, por mundo creado por el hombre, entendemos aquellos productos como la religión, la técnica, la familia, la ciencia, la organización política, social, económica, etc., que han surgido del trabajo del hombre en un medio social.

SITUACION CONCRETA REAL

Una situación concreta real sería cualquier elemento que pertenezca, ya sea al mundo natural (como puede ser una cosa, animada o inanimada, o un determinado fenómeno) o al mundo creado por el hombre, como lo es un objeto o un hecho de carácter eminentemente social.

PROBLEMA

El hombre forma parte de lo que hemos denominado realidad. Su vida diaria no es otra cosa que el conjunto de interacciones entre él y los mundos natural y social en que se encuentra inmerso. Su sobrevivencia tanto como ser biológico como social, está garantizada en la medida en que pueda satisfacer una serie de necesidades básicas. Sin embargo, algo que por lo general ocurre es que, en los intentos por satisfacer necesidades, aparecen dificultades que limitan o bloquean tales tentativas. En estos casos, generalmente decimos que el hombre enfrenta problemas. Por la importancia que el concepto problema tiene (y porque lo vamos a utilizar frecuentemente) y con el ánimo de ser un poco más precisos, seguimos a BRUNER (1967) (quien a su vez se basa en el filósofo inglés WALDON) en la distinción que éste acepta entre dificultad, problema y acertijo.

Una dificultad es una inconveniencia con definición mínima. Es un estado en el que sabemos que queremos ir de aquí a allá, pero ambos puntos están bastante vagamente definidos y no tenemos mucha idea de cómo trasladarnos.

Un enigma, o acertijo, en este caso, es en cambio, un juego en el que hay un conjunto de datos conocidos y otro de restricciones al modo de proceder, ambos expresados con precisión. Un acertijo quiere también que vayamos de aquí a allá, y hay cuando menos una ruta admisible para hacerlo, pero la elección de esa ruta está sujeta a reglas precisas que no deben ser infringidas.

Un problema es una dificultad a la que intentamos dar forma de enigma. Resolvemos un problema o hacemos un descubrimiento,

cuando damos forma de enigma a una dificultad, para convertirla en un problema que pueda ser resuelto de manera tal, que nos lleve a donde queremos ir. Es decir, refundimos la dificultad en un molde con el que sabemos cómo trabajar, y en seguida la trabajamos. Mucho de lo que llamamos descubrimiento, consiste en saber cómo imponer una forma de índole practicable a varias clases de dificultades. Una parte pequeña pero decisiva del descubrimiento de primer orden, es inventar y desarrollar eficaces moldes o "formas de enigmas".

EXPLICACION En el transcurso de su historia el hombre ha enfrentado un gran número de problemas. No obstante, desde el punto de vista cualitativo

Y un tipo particular de problemas ha sido sistemáticamente enfrentado: aquel que tiene que ver con la explicación o comprensión de lo que ocurre en la realidad. Lo que se da en la realidad son hechos. Un hecho (KNELLER, 1981), puede ser, según los casos, natural (un fenómeno o un proceso natural) o un hecho humano (por ejemplo, un fenómeno social). Ejemplos de hechos podrían ser la caída de los cuerpos, la oxidación del Fe, la desigualdad en la distribución del poder político entre distintos sectores de la sociedad mexicana, el desempleo en México, la disminución del poder adquisitivo de la clase trabajadora en México, durante el gobierno de CSG, el vuelo de las aves, etc.

La explicación de hechos ha sido el objetivo de la magia, de la religión y de la ciencia. En este trabajo estamos interesados sólo en cuanto que hacer de la ciencia. Algunos pensadores (DILTHEY, 1980) han hecho la distinción entre explicación y comprensión, aplicando el primer concepto a las razones que dan cuenta de un hecho natural y el segundo a aquellas que se refieren a un hecho del espíritu o social. Para DILTHEY una explicación tiene que ver con la causa, y la comprensión con el sentido. En este trabajo entenderemos explicación en el sentido causal. Explicar causalmente un proceso (REICHENBACH, 1975) significa poder derivar deductivamente de leyes y condiciones concomitantes una proposición que describe tal proceso.

Veamos el concepto de comprender. Los hechos humanos y sociales, a diferencia de los naturales, tienen un sentido. En ellos se exterioriza la vida psíquica de los individuos. Por lo tanto, estamos de acuerdo con DILTHEY en que comprender significa, pasar de una exteriorización del espíritu a su vivencia originaria, es decir, al conjunto de actos que producen o han producido bajo las formas más diversas - gesto, lenguaje, objetos de la cultura, etc. - la mencionada exteriorización.

METODO CIENTIFICO

Comprender o explicar hechos, es el objetivo de la ciencia. Por lo tanto cabe preguntarse: ¿existe algún procedimiento o procedimientos para alcanzar tal fin? Esta pregunta nos lleva directamente al método de la ciencia. Si por "método" se entiende un procedimiento único, inflexible, formado por una serie de etapas que se siguen en el tiempo de manera ordenada, en tal sentido no existe (FEYERABEND, 1981). En lo que se está de acuerdo, y que es a lo que se denomina método científico es el procedimiento que partiendo de la observación (COHEN y NAGEL, 1973) y reconocimiento de un problema, en algún ámbito de la realidad, comprende actividades como la observación de hechos y su registro en datos, la medición, la formulación de hipótesis, deducción de implicaciones a partir de la hipótesis, contrastación de las implicaciones con los resultados que se obtienen de nuevas observaciones o de experimentos y desechar, modificar o aceptar temporalmente la hipótesis. Parece claro que en toda investigación que tiende a explicar o comprender algún hecho real, están presentes, de una u otra forma, las anteriores actividades.

CONCEPTO, LEYES, TEORIAS Y MODELOS

Un problema que consista en una explicación o comprensión de un hecho, sólo se resuelve hallando alguna conexión general entre el y otros hechos. En virtud de tal conexión se comprendería que hechos aparentemente aislados son en realidad hechos ordenados. La ciencia busca no solamente registrar hechos particulares sino descubrir regularidades entre ellos. Estas regularidades encontradas con el método resumido anteriormente, se estructuran (DUNGE, 1981) formando conceptos, leyes y teorías. Los conceptos (CARNAP, 1969) pueden ser de tres tipos: clasificatorios, son aquellos que ubican los objetos a los que se refieren dentro de una cierta clase; comparativos, son aquellos que indican cómo se relaciona un concepto con otro, mediante las expresiones "más que", "menos que", "igual a", "débil-fuerte", "ágil-lento"; cuantitativos, son aquellos que indican valores numéricos para conceptos comparativos, permitiendo la aplicación del cálculo para ellos. Las leyes de la ciencia son solamente enunciados que expresan regularidades entre hechos. La ciencia comienza con observaciones directas de hechos aislados. No hay otra cosa que sea observable, por cierto. Las regularidades se descubren solamente cuando se comparan muchas observaciones. Las leyes se usan para explicar hechos ya conocidos y para predecir hechos aún desconocidos. Lo que queremos decir con explicar un hecho conocido es que se incorpora ese hecho a una ley general. Si los hechos no pueden ser conectados con otros hechos mediante una ley, por lo menos, enunciada explícitamente o entendida tácitamente, no suministra explicaciones. Las construcciones más importantes de la ciencia

son sus teorías. Una teoría explica una ley al proporcionar un mecanismo que explica la regularidad descrita por la ley y al abarcar la ley como una consecuencia lógica de sus supuestos.

De acuerdo con los empiristas lógicos (HEHPEL, 1979) a una teoría científica idealmente puede dársele una estructura tripartita formada por un cálculo, una serie de reglas de correspondencia y un modelo. Un cálculo es un sistema deductivo de axiomas y teoremas escritos totalmente en símbolos lógicos, que no se refieren a nada en el mundo exterior. Su finalidad es simplemente mostrar la estructura lógica interna de la teoría lo más claramente que sea posible.

El cálculo se relaciona con el contenido empírico de la teoría por medio de reglas de correspondencia, oraciones que correlacionan ciertos términos lógicos en el cálculo con términos de observación que describen los fenómenos que la teoría pretende explicar. Finalmente, el contenido empírico de la teoría está representado por medio de una serie de oraciones denominada modelo. Las oraciones se obtienen al sustituir los términos no interpretados del cálculo por otros términos con los cuales ya estamos familiarizados, tales como volumen, temperatura y presión.

Uno de los conceptos más útiles para la ciencia y que más se ha trabajado es el de modelo. El término modelo (ACHINSTEIN, 1967), cuenta con una amplia gama de usos en la ciencia y puede referirse a cualquier cosa, desde una maqueta hasta un conjunto de ideas abstractas. Para nosotros, sin embargo, la mayor parte de las cosas que se llaman modelos pueden ser clasificadas como representaciones, teóricas o imaginarias.

Un modelo representacional es una representación física en tres dimensiones de algo. Una variante es el modelo anatómico, que representa a un objeto sin reproducir sus propiedades.

Un modelo teórico es una serie de supuestos acerca de un objeto o de un sistema. Un modelo teórico puede ser expresado en la forma de ecuaciones matemáticas, pero debe distinguirse de cualesquiera diagramas, imágenes o construcciones físicas utilizadas para ilustrarlo.

Un modelo imaginario es una serie de supuestos propuestos, no como descripción plausible de un objeto o sistema, sino como descripción de a qué se parecería el objeto o sistema si se satisficieran determinadas condiciones.

Las teorías y los modelos a menudo se construyen y se expresan en forma matemática. Las matemáticas proporcionan al científico

una variedad de estructuras deductivas por medio de las cuales puede inferir las implicaciones de las expresiones -tales como leyes empíricas o principios teóricos- que son isomorfos respecto de, o tienen la misma forma lógica que las proposiciones en las estructuras matemáticas mismas.

ESTRUCTURA MATEMÁTICA

Una estructura matemática, consiste de una serie de axiomas y de una serie de teoremas que lógicamente se deducen de ellos. Tanto los axiomas como los teoremas presentan las relaciones generales que valen entre entidades puramente abstractas. El científico interpreta esta estructura al sustituir los símbolos o variables en determinados axiomas con términos del tema propio. Así, interpretadas, las proposiciones matemáticas abstractas se convierten en expresiones relativas al mundo.

Las matemáticas se utilizan para construir modelos y teorías en tres formas principales. La primera, que es también la menos común, es construir un formalismo matemático y después interpretarlo físicamente. Con mayor frecuencia el científico comienza con una idea física y después busca hacerla más precisa al expresar la matemáticamente. Finalmente el científico utiliza las matemáticas para deducir las consecuencias de sus supuestos.

CONCEPTUALIZACION DE MATEMÁTICAS

En este trabajo se acepta que la esencia de las matemáticas contemporáneas (SCIAAF, 1980) está definida por los siguientes aspectos:

1. Las matemáticas son un lenguaje que debe aprenderse, y debemos aprender sus técnicas si queremos usar este lenguaje.
2. Las matemáticas son, a la vez, inductivas y deductivas, pero la imaginación es totalmente indispensable para su desarrollo.
3. Las matemáticas crecen por acumulación, las nuevas formas se crean a veces por la intuición, y a veces por el formalismo lógico.
4. Las demostraciones y justificaciones dependen de la lógica habitual, pero el matemático es libre de modificar esta lógica si lo necesita.
5. Las fuentes de la invención matemática residen a veces en las propias matemáticas y otras veces en las realidades del mundo que nos rodea.
6. El proceso de abstracción y de axiomatización ha servido simultáneamente para profundizar en los problemas de fundamentos y para elevar una soberbia superestructura.
7. Los resultados obtenidos por las matemáticas puras en el pasado y en el presente han proporcionado a los científicos la

base conceptual para la comprensión y la descripción del mundo físico.

MATEMATIZACIÓN

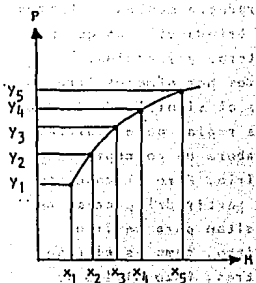
Volvamos a las leyes para considerar el caso en que éstas se expresan matemáticamente. Pero antes es necesario abundar un poco más en los conceptos cuantitativos (CARNAP, op.cit.), que se introdujeron anteriormente.

Todo concepto cuantitativo tiene un par correspondiente de conceptos comparativos, los cuales, con el desarrollo de un campo de la ciencia, habitualmente son el primer paso hacia los conceptos cuantitativos. Por ejemplo, los conceptos comparativos de "menor peso" e "igual peso" condujeron fácilmente a un concepto de peso que puede ser medido y expresado mediante números.

Para describir los hechos de la realidad mediante conceptos cuantitativos, conceptos con valores numéricos, debemos disponer de procedimientos para llegar a esos valores. El más simple de tales procedimientos es contar y uno más elaborado es la medición. Contar sólo permite obtener valores que se expresan mediante números enteros. La medición va más allá. No sólo brinda valores que pueden expresarse por números racionales (enteros y fracciones), sino también valores que pueden ser expresados por números irracionales. No se puede decir realmente cuál es el significado de una magnitud cuantitativa hasta que formulamos reglas para medirla. Podría pensarse que la ciencia primero elabora un concepto cuantitativo y luego busca las maneras de medirla. Pero el concepto cuantitativo, en realidad se desarrolla a partir del proceso de medición. El número de reglas que se necesitan para medir un concepto es variable. Algunos necesitan cinco, como es el caso de la temperatura y otros necesitan sólo tres. Esto último se cumple para todas las llamadas "magnitudes extensas", es decir, aquellas para las cuales es posible combinar o juntar de alguna manera dos cosas para producir una tercera, y el valor de la magnitud M de esta nueva cosa será la suma de los valores de M para las dos cosas combinadas. Cuando se han establecido reglas para la medición de algunas magnitudes "primitivas", entonces sobre la base de estas magnitudes se pueden introducir otras magnitudes por definición. Estas magnitudes son llamadas "definidas" o "derivadas". Siempre es posible determinar indirectamente el valor de una magnitud derivada, con ayuda de su definición, a partir de los valores de las magnitudes primitivas que intervienen en la definición. En cuanto a la posibilidad de hacer mediciones de todo aspecto de la realidad somos de la opinión de CARNAP (op.cit., pág.140) que afirma: "Si en un ámbito de fenómenos encontramos suficiente orden como para hacer comparaciones y decir que, en

algún aspecto, una cosa está por sobre otra y ésta, a su vez, por sobre otra, entonces hay, en principio, la posibilidad de efectuar mediciones".

Los conceptos cuantitativos no están dados por la realidad, sino que surgen de nuestra práctica de aplicar números a los hechos de la realidad. Ellos son parte de nuestro lenguaje, no de la realidad. Somos nosotros quienes los introducimos; por ello, es legítimo preguntar por qué lo hacemos. ¿Por qué nos tomamos el trabajo de idear reglas y postulados complicados para tener magnitudes que puedan ser medidas en escalas numéricas? Son varias las razones: uno, aumenta la eficiencia de nuestro vocabulario; dos, los conceptos cuantitativos nos permiten formular leyes cuantitativas. Estas leyes son mucho más poderosas, como maneras de explicar los hechos y como medio para predecir nuevos hechos. Aún con un lenguaje cualitativo enriquecido, con el cual nuestra memoria se recargaría con cientos de adjetivos calificativos, hallaríamos gran dificultad para expresar hasta las leyes más simples.



Supongamos, por ejemplo, que estamos ante una situación experimental en la cual observamos que una cierta magnitud M depende de otra P . Representamos gráficamente esta relación y obtenemos la curva que aparece en la siguiente figura. En la línea horizontal de esta gráfica, la magnitud M adopta los valores x_1, x_2, x_3, \dots . Para estos valores de M , la magnitud P adopta los valores y_1, y_2, y_3, \dots . Después de representar en la gráfica los puntos correspondientes a estos valores, trazamos una curva a través de esos puntos. Quizás la curva resultante sea una recta; en tal caso, decimos que M es una función lineal de P . Expresamos esto del siguiente modo: $P = aM + b$, donde a y b son parámetros que permanecen constantes en la situación dada. Si los puntos forman una curva de segundo grado tenemos una función cuadrática. Quizás M es el logaritmo de P ; o puede ser una función más complicada, que sea necesario expresar en términos de varias funciones simples. Después que hemos decidido cuál es la función más probable, hacemos ensayos, mediante observaciones repetidas, para ver si hemos encontrado una función que represente una ley universal que vincule las dos magnitudes. Una ley expresada en un lenguaje cuantitativo es mucho más breve y más simple que las engorrosas expresiones que necesitaríamos si tratáramos de expresar la misma ley en términos cualitativos. En lugar de una ecuación simple y reducida, tendríamos docenas de oraciones de la forma "si ... entonces ...", cada una de las cuales haría correspondido un predicado de una clase con un predicado de otra clase.

Pero la ventaja más importante de la ley cuantitativa no es su brevedad, sino el uso que puede hacerse de ella. Una vez que damos a la ley forma numérica, podemos utilizar esa poderosa parte de la lógica deductiva a la que llamamos matemática y, de este modo hacer predicciones. El método cuantitativo nos permite expresar leyes de forma tal que, utilizando funciones matemáticas, podamos hacer predicciones de la manera más eficiente y precisa.

MODELO MATEMATICO

Algunos autores denominan "modelo matemático" de una situación real, a todo concepto o relación cuantitativa expresado en lenguaje matemático. Por ejemplo, LOPEZ DE MEDRANO (1972) dice: "Al escribir con el lenguaje simbólico de la aritmética la operación que debemos efectuar, hemos construido el modelo de la situación real..." y J. LUDLOW-WIECHIERS (1984), anota: "La idea es que la expresión algebraica es un modelo del fenómeno, al cual le hacemos una pregunta, y la respuesta es la solución a la ecuación". Sin embargo, de acuerdo a H. BLACK (1966), cuando así se habla, "de la impresión de que las ecuaciones matemáticas se refiriesen a un mecanismo invisible cuyo funcionamiento ejemplificase --o, incluso, explicase-- en parte-- el del sistema social que se investigue (su gerencia, esta última, que es preciso rechazar como ilusoria).

PROCESO DE MATEMATIZACION

Expresar cuantitativamente (o formular matemáticamente o matematizar o modelar matemáticamente) un fenómeno o hecho de la realidad, es todo un proceso. Según H. BLACK (op.cit.), el proceso que se sigue cuando se utiliza un "modelo matemático" parece ser el siguiente:

1. En un campo determinado de investigación se identifica cierto número de variables pertinentes, ya sea basándose en el sentido común, ya en virtud de condiciones teóricas más alambicadas.
2. Se forman hipótesis empíricas concernientes a las relaciones imputadas entre las variables elegidas.
3. Se introducen simplificaciones, a menudo drásticas, con objeto de facilitar la formulación y la manipulación matemática de las variables.
4. Se hace un esfuerzo por resolver las ecuaciones matemáticas resultantes, o, en caso que ello fracase, por estudiar los rasgos globales de los sistemas matemáticos así construídos.
5. Se intentan extrapolar las consecuencias susceptibles de contrastación al campo original.
6. La eliminación de algunas de las restricciones impuestas en beneficio de la sencillez sobre las funciones componentes (por

ejemplo, su linealidad] puede conducir a cierto aumento de generalidad de la teoría.

Las ventajas que concede el proceder anterior son las que se encuentran ordinariamente al introducir el análisis matemático en un dominio cualquiera de investigaciones empíricas, entre ellas la precisión en la formulación de relaciones, la facilidad con que se efectúan las inferencias a través del cálculo matemático y la captación intuitiva de las estructuras así descubiertas.

Los peligros que acechan son igualmente obvios. Las drásticas simplificaciones que se requieren para que se pueda llevar a cabo con éxito el análisis matemático involucran un grave riesgo de confundir la exactitud de las matemáticas con la fuerza de la verificación empírica en el campo original. Tiene especial importancia recordar que el tratamiento matemático no proporciona explicaciones: lo único que puede esperarse de las matemáticas es que saquen consecuencias de las suposiciones empíricas iniciales (si las funciones y ecuaciones son de formas conocidas puede haber un acervo de investigaciones puramente matemáticas fácilmente aplicables al caso en mano); podemos decir, si queremos, que las matemáticas puras nos ofrecen la forma de una explicación, al hacernos ver qué tipos de función podrían ajustarse aproximadamente a los datos conocidos; pero es preciso buscar por otro lado las explicaciones causales.

3. FILOSOFÍA DE LA EDUCACIÓN

Una sociedad en su conjunto, y sus miembros, en forma individual, poseen necesidades. Para satisfacerlas, la misma sociedad, en el transcurso del tiempo, ha creado complejas organizaciones sociales en donde, en forma organizada y utilizando recursos materiales, económicos y humanos, afronta y resuelve una gran diversidad de problemas que surgen en el camino que lleva a la satisfacción de necesidades.

Son muchos y variados los recursos que se utilizan cuando se afrontan problemas reales. Por el momento sólo nos vamos a dedicar a uno: el trabajo socialmente útil que realizan los miembros de la sociedad.

Cuando un individuo realiza un trabajo utiliza herramientas. Estas pueden ser, en forma general, de dos grandes clases: materiales o intelectuales. Entre las primeras están, tanto aquellas cosas que se encuentran en forma natural, como aquellas que son producto de la técnica. Entre las segundas, que son las que por el momento nos interesan, están, en general, actitudes, habilidades, destrezas y conocimientos. Cabe hacer una aclaración: cuando acá

nos referimos a destrezas y habilidades, no nos estamos refiriendo a aquellas de carácter psicomotriz, sino a las que son puramente intelectuales y que se refieren al manejo de representaciones abstractas, es decir a ideas. Así como se es hábil o diestro en el uso de nuestras facultades psicomotrices, también se puede ser hábil o diestro en el manejo de nuestras capacidades intelectuales. Entre estas últimas podemos anotar las siguientes: abstraer, generalizar, transferir, analizar, sintetizar, inducir, deducir, inferir, imaginar, seriar, ordenar, seleccionar, clasificar, etc. En cuanto a los conocimientos, en éstos se incluyen, tanto a los que responden a la pregunta "qué" como a los que contestan a la pregunta "cómo".

Cuando alguien efectúa un trabajo, y está plenamente comprometido con él, pondrá en juego todas sus capacidades intelectuales para realizarlo. Lo mismo sucede con alguien que desea resolver un problema: pondrá en movimiento su arsenal de conocimientos y habilidades, de todo género, en la búsqueda de solución. Por lo tanto, si bien a un individuo que se educa, se le pueden presentar cualquier tipo de problemas, parece ser que es más adecuado familiarizarlo con aquellos que tengan la característica de ser lo más reales posible.

En el transcurso del tiempo, la humanidad ha acumulado un acervo inmenso de conocimientos. Entre éstos se encuentran determinadas formas de hacer las cosas. En particular están las soluciones dadas a una cantidad considerable de problemas. Si bien no se conoce con "exactitud" la forma, proceso o procedimiento que se siguió para resolver determinado problema, ya que en gran medida aquél está marcado por conductas individuales, difíciles de conocer; sí se han identificado algunos aspectos, etapas, fases, métodos, procedimientos, actitudes, conceptos, relaciones, que se han juzgado valiosos en el proceso de resolución. Es claro que ha habido problemas -e, indiscutiblemente puede que los haya- que requieran alguna forma original de pensamiento, algún aspecto innovador o novedoso para su solución, pero también no es menos cierto que antes de buscar e idear formas originales de pensamiento, hay necesidad de conocer y dominar aquellas que han probado ser útiles herramientas intelectuales. Una gran parte de nuestra formación descansa en el siguiente supuesto: al matemático se le forma como matemático, es decir, como conocedor y practicante de ciertas formas de pensamiento, a través de estudiar y recorrer, en forma abreviada, los problemas, formas de resolverlos, y soluciones dadas en el pasado. Se cree que haciendo esto, a la larga, él mismo se convertirá en un "creador" de matemáticas. Gran parte de nuestra formación se da bajo el supuesto

de que ésta se alcanza repitiendo, rehaciendo, "recreando" soluciones a problemas ya resueltos. Si no fuese así, nada más habría que preguntarnos qué sucedería con alguien que iniciando su formación como físico se le enfrentase a problemas cuya solución no se ha alcanzado.

Razones como las anteriores son las que justifican a que en el bachillerato, el alumno aprenda la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza.

4. TEORIA DEL CONOCIMIENTO

Lo más probable es que un niño de ciudad, que tenga cinco años de edad, sabe a qué nos referimos cuando hablamos de una pelota. Puede formarse una "imagen" mental de su forma, de su tamaño, de sus colores, de los movimientos que puede realizar, de la textura de su superficie, del material de que está hecha y posiblemente hasta de su costo. Decimos que el niño conoce el concepto pelota.

Es claro que el niño, que es el que sabe todas estas cosas, no tiene en él a la pelota como objeto físico. El objeto físico llamado pelota está fuera de él. Lo que se encuentra en él es una representación de la pelota. Decimos que posee el concepto "pelota". También la forma, tamaño, color, movimientos, textura, material, se encuentran en el niño con su carácter de objetos físicos. En él se están "representaciones" de estas propiedades.

A la pregunta: ¿Qué es una pelota?, nuestro niño de seguro, intenta formular una respuesta. Lo que no ocurre si le preguntamos ¿qué es una galaxia?. Pero, si esta misma pregunta se la planteamos a un astrónomo, sin duda se explotará en explicaciones, datos, informes, etc., cuya concordancia con las características de los objetos denominados galaxias, indica que conoce lo que éstos son.

Por otro lado, la mejor forma de saber si alguien tiene idea de cómo se toca una flauta dulce, o de cómo se hace un pastel, o cómo se construye un "eliminador" de baterías, etc., es proporcionarle los elementos y que lo haga. En estos casos decimos: fulano conoce cómo tocar una flauta, hacer un pastel o construir un eliminador. Estos ejemplos muestran que es posible conocer formas o maneras de hacer ciertas cosas.

En la actualidad se dice que la humanidad conoce muchas cosas, pero que al mismo tiempo son más las que ignora. Por ejemplo, parece ser que hasta la fecha "nadie" conoce cómo curar el SIDA. Hay en el mundo personas que están trabajando en la búsqueda de cura a esa enfermedad. Tal vez en un futuro se llegue a conocer algún remedio, en ese momento se dirá que la humanidad conoce más cosas.

Los ejemplos anteriores son suficientes para poner de manifiesto que en el fenómeno del conocimiento concurre, de inicio, dos elementos: el sujeto que conoce y un objeto susceptible de ser conocido. El sujeto que conoce no es otro que el hombre; el objeto susceptible de conocerse lo hemos ejemplificado en un caso, con un objeto físico, "una pelota" y en otro, con formas de hacer cosas.

De igual manera se ha mostrado que cuando una persona conoce un objeto cognoscible, ese objeto se encuentra en ella en forma de una representación y nunca en la forma en el objeto es. Por esta razón, en un diccionario de filosofía se dice que: *conocer es el acto por el cual un sujeto aprehende*; es decir, representa un objeto.

En conclusión, se puede decir que en el fenómeno del conocimiento hay tres elementos: el sujeto cognoscente (el hombre), el objeto cognoscible y la representación que de este último se hace el hombre cuando ya lo conoce.

Hasta acá parecen muy simples las cosas. Sin embargo, puede vislumbrarse su extrema complejidad cuando nos formulamos preguntas sobre el fenómeno del conocimiento. En seguida se enuncian algunas de ellas:

Con respecto al objeto cognoscible,

¿Qué objetos son objetos cognoscibles?

¿Qué es lo que hace a un objeto ser objeto cognoscible?

¿Cuántos tipos de objetos cognoscibles hay?

Con respecto al sujeto cognoscente,

¿Qué parte del hombre -sentidos o razón- son los medios para conocer?

¿Un hombre puede conocer todos los objetos cognoscibles?

¿Por qué mecanismo llega un hombre a conocer, lo que conoce?

¿Qué "actitud" asume el sujeto durante el proceso del conocimiento?

Con respecto a la representación,

¿Cuál es la naturaleza de la representación?

¿La representación se encuentra en el sujeto o fuera de él?

¿Cómo se sabe que la representación realmente representa al objeto?

¿Cuántos tipos de representaciones hay?

Las representaciones de los objetos cognoscibles, ¿son todas de la misma naturaleza?

¿Es posible conocer la naturaleza de la representación?

¿Es posible conocer el proceso por el cual un hombre llega a obtener la representación, sea ésta lo que sea?

Algunas de estas preguntas las han contestado las Ciencias distintas de la Psicología y de las Ciencias Sociales, y en este caso casi no ha habido problemas. La razón: de un tiempo para acá entre los que practican las Matemáticas, la Física y la Biología sólo se presentan discrepancias cuando se meten a filósofos. Otras preguntas las ha contestado la Psicología, y ahí aparecen algunas posiciones francamente irreconciliables. Por ejemplo, el conductismo al negar la posibilidad de conocer los procesos mentales por los cuales un hombre aprehende, se contradice con aquellos que afirman lo contrario, la psicogenética, por ejemplo. Finalmente, algunas otras de las preguntas anteriores las contesta la Filosofía, y ahí todo es un no ponerse de acuerdo. Aparecen todos los ismos y hay para todos los gustos: sólo se conoce por los sentidos; no, sólo se conoce con la razón; no, se conoce con los sentidos y con la razón; la certidumbre de todo conocimiento se determina al hacer una comparación con el universo de los sentidos; no, existen conocimientos cuya certidumbre se determina independientemente de los sentidos; "el conocimiento es una rememoración", es decir, el conocedor tiene la verdad; No la aprende; simplemente la recuerda con la ayuda de la enseñanza; el conocimiento no consiste en impresiones de los sentidos, sino en razonamientos sobre ellas; el conocimiento es un conocimiento de los principios permanentes del mundo, no de las apariencias cambiantes, etc.

Así es la Filosofía; es más, eso es la Filosofía. No debe ni asustarnos ni llevarnos a un escepticismo inmovilizante. Russell señala el papel negativo que jugó, para el desarrollo del conocimiento (esto último en el sentido de acumular resultados), el que se hayan impuesto opiniones que, si no cancelaban, sí limitaban los alcances que tenía el conocimiento obtenido por vía empírica. Sin embargo, a lo largo de los tiempos se han llegado a producir una gran cantidad de conocimientos que no todos los tenemos. Son conocimientos ya establecidos, algunos tal vez cuestionables por su propia naturaleza -lo valores, por ejemplo- pero conocimientos en fin. Por las razones antes señaladas, estos conocimientos ya establecidos, debemos enseñarlos a los que no los tienen. Es decir, ahora los conocimientos ya logrados, se convierten en objetos de enseñanza.

En la educación institucionalizada son tres los elementos que participan durante el proceso enseñanza-aprendizaje: los alumnos, los aprendizajes que se desea alcancen los alumnos y el profesor. Esos tres elementos inmersos, claro está, en un contexto social, en todos sus aspectos.

Con el objeto de que los alumnos se apropien de los aprendizajes deseados, se hace necesario que entre alumnos, profesor y aprendizajes se realicen todo un conjunto de interacciones que favorezcan el aprendizaje de los alumnos. Es función del profesor conducir al alumno para que adquiera los aprendizajes deseados, y para ello tenderá a provocar, de manera conciente y sistemática, los procesos que juzgue convenientes para la formación del alumno.

De lo anterior es pertinente que el profesor planee, de alguna manera su enseñanza. La planeación consistirá en la selección y estructuración de los procesos que ayudarán al estudiante a su formación.

Dos criterios tendrán relevancia al efectuar la planeación. Ambos de carácter psicológico. Uno, definir lo que significa decir, "fulano de tal conoce tal cosa", dos, precisar la naturaleza de los procesos de adquisición por los cuales un alumno se apropia de determinados objetos de enseñanza. Dependiendo de las respuestas que se den a estas preguntas, se establecerán los procesos que se elijan para la conducción del alumno en su formación.

En la historia de la Psicología ha habido al menos dos formas diferentes de responder a las preguntas anteriores; una, la psicogenética desarrollada por J. PIAGET y otra que por comodidad y de forma muy esquemática denominaremos "tradicional".

De alguna manera la "psicología tradicional" contesta a las dos preguntas anteriores y con sus respuestas pretende orientar y justificar la didáctica, es decir, el conjunto de prácticas, procesos o actividades de que se vale la "enseñanza tradicional". PIAGET puso de manifiesto que tales respuestas no explican el por qué la enseñanza tradicional recurre a ciertas actividades que de ninguna manera se infieren de las respuestas dadas a las mencionadas preguntas.

Pero vamos por partes. Por ejemplo, ¿qué es para la psicología tradicional que X conozca Y?, siendo Y un concepto. La respuesta que da es, naturalmente (de acuerdo a lo que se dijo anteriormente), que X conoce Y, cuando X se ha representado mentalmente a Y. Has ta acá no hay problema. El primero aparece cuando se aclara la naturaleza de la representación: una representación, se dice, es

una imagen. Tratemos de explicar este punto. El significado más usual que se le da al término imagen es de carácter visual, en este sentido se tiene una imagen de carácter plástico, algo así como un dibujo o una fotografía. Los artistas plásticos tienen muy desarrollada su capacidad de imaginar representaciones de esta naturaleza. Pero también hay imágenes de carácter auditivo, de carácter táctil, etc. Los músicos pueden, digamos, "ver" no solamente sonidos aislados sino formando toda una estructura armónica. Uno puede mentalmente tener una imagen de los sonidos que forman el habla de las personas muy cercanas a nosotros, amén de su aspecto físico. De acuerdo a la psicología tradicional la respuesta a la primera pregunta es: X conoce Y, cuando X tiene una imagen de Y.

Vamos ahora a la segunda pregunta: ¿cuál es el proceso psicológico que sigue X, cuando llega a conocer el concepto Y? Antes de intentar contestar esta pregunta anotemos que para la psicología tradicional, tanto como para aquella que no lo es, un concepto es de naturaleza general. Es decir, un concepto o noción no es algo singular, particular. El concepto Libro, por ejemplo, es algo que se dice para toda una colección de objetos. El concepto es de naturaleza genérica. Esto lo tiene presente la psicología tradicional.

Desde los primeros filósofos griegos se estuvo de acuerdo en que mediante los sentidos sólo se puede captarse lo individual, lo particular, nunca lo general. Por tal razón, la psicología tradicional que se vale de los sentidos para explicar la construcción de nociones, recurre al proceso de abstracción para zanjar tal dificultad. Gracias a este proceso, la formación de conceptos se lleva a cabo de la siguiente manera, según la psicología tradicional:

los sentidos "recogen" estímulos que provienen de objetos del mundo exterior, los cuales de alguna forma se "transmiten" al cerebro y se imprimen en él. Al acto físico de recibir impresiones sensoriales, es decir, de registrar la reflexión de la luz, para ser más exactos, las ondas luminosas; de registrar las ondas sonoras; de responder con una sensación cuando se tocan las llaves que marcan "frio", "calor" o "dolor" se le llama percepción.

- una vez que se han percibido "gran cantidad" de objetos individuales de la misma clase, entra en juego el proceso de abstracción por el cual, se elimina de las percepciones todo aquello que es accidental, no común a todas y cada una de las percepciones individuales, dejando sólo aquellas características genéricas. De esta manera, bastaría que se ofreciera a mi vista gran cantidad de objetos amarillos para que yo llegara a tener el concepto amarillo.

Las dos respuestas anteriores fundamentan algunos de los procesos didácticos utilizados por la "didáctica tradicional"; se explica el empeño del profesor en presentarle a la experiencia visual del alumno ejemplos particulares que exhiben la noción por conocer; la poca actividad del alumno y su actitud fundamentalmente receptiva. Para nuestros fines no es muy importante lo que se explica, sino lo que no puede hacer. Se trata de señalar sus limitaciones. Lo que no explica es por qué la didáctica tradicional precisa de clara "actividad" de parte del alumno para lograr la adquisición de una noción. Ejemplos de acciones que se utilizan son sobreponer, girar, contar, separar, etc. realizadas en pocos casos, de manera objetiva pero con frecuencia mentalmente. Los dos supuestos básicos de esta psicología no harían necesaria esta actividad. En otras palabras de acuerdo a la psicología tradicional no cabe la interacción activa entre el sujeto cognoscente y el objeto cognoscible cuando aquel intenta llegar a conocer a este último. La psicología de PIAGET, entre otras cosas, da cuenta y razón de este hecho.

Repasemos brevemente algunos aspectos de la psicología de PIAGET con miras a formular directrices que guíen el proceso enseñanza-aprendizaje. Sería absurdo siquiera pretender discutir con amplitud algún detalle de esta teoría. No es el objetivo de este trabajo.

De acuerdo a PIAGET, para la formación de un concepto no basta con la sola imagen estática; se precisa de realizar alguna actividad ya sea de manera objetiva o mental. Lo anterior, le permite afirmar que: Los elementos fundamentales del pensamiento no son imágenes estáticas, sino esquemas de actividad en cuya elaboración el sujeto toma parte activa e importante. Algunos ejemplos de actividades o acciones son: sustitución, reunión, separación, reproducir algo, situar cercanamente, envolver, congregar, espaciar, cortar, reducir, plegar o desplegar, aumentar, disminuir, alterar un punto de vista, conectar, etc.

Estas acciones o actividades se realizan prácticamente sobre objetos materiales. Pero, en otro momento, es posible poderlas "efectuar mentalmente"; imaginar acciones sólo con el pensamiento. En este momento ya no sólo se es capaz de "comparar" parejas de objetos, por ejemplo, en cuanto a su tamaño, sino que ya se tiene una representación mental del acto de "comparar" y se es capaz de realizarla en la imaginación.

De acuerdo a PIAGET, el pensamiento en todas sus manifestaciones se muestra como esencialmente operativo. Gran parte de la obra de este pensador está dedicada a estudiar el desarrollo de este tipo

de pensamiento desde sus niveles más simples y rudimentarios hasta los más complejos y elaborados. Se puede decir, que según PIAGET, el desarrollo del pensamiento es el desarrollo de los esquemas, moldes, modelos o formas (como se le quiera llamar) de actividades.



FIG. 1

Lo anterior no quiere decir que para PIAGET ya no existan imágenes. Siguen existiendo, pero ya no como los elementos fundamentales del pensamiento. Pero, si ya no son eso, entonces, ¿qué son para PIAGET? Para PIAGET son símbolos. Tratemos de explicarlos. Los símbolos, para quien sabe su significado, al verlos y prestarles atención le recuerdan su significado. Cuando un automovilista, al llegar a una boca-calle ve una luz roja en el semáforo, sabe que ha cesar; cuando una persona ve el símbolo representado en la FIG. 1 y sabe su significado, le recuerda cosas. Así, para PIAGET las imágenes son símbolos que nos recuerdan operaciones que se pueden realizar con el objeto simbolizado. Claro está, como ocurre para cualquier símbolo, previamente hay que estar en posesión de su significado. Tradúzcase esto a : previamente hay que estar en posesión de las operaciones.

Acciones es todo aquello que objetivamente se realiza. La acción de "cortar" se presenta cuando se corta madera, papel, un pastel, una naranja, Etc.; la acción de "girar" alrededor de algo- se realiza cuando una puerta "gira" alrededor de sus bisagras, cuando un niño "gira" alrededor de un árbol, cuando una moneda se hace "girar" sobre uno de sus puntos en contacto de la mesa, cuando, manteniendo fijo uno de los brazos de un compás, el otro brazo se hace "girar" en torno al tornillo que los une, Etc.. PIAGET le llama interiorización al proceso por el cual un individuo llega a poder realizar acciones sólo mentalmente. Por ejemplo, cuando alguien es capaz de imaginarse la rotación de la tierra alrededor del sol, la rotación del sistema solar alrededor del centro de la Vía Láctea, la rotación de la Vía Láctea alrededor de ... , se dice que ha interiorizado la acción de giro. A una acción interiorizada, PIAGET le llama operación. Se dice que por el proceso de interiorización, el acto efectivo, real, se transforma en representación del acto.

Pero PIAGET no sólo asigna a la imagen de la psicología tradicional una función distinta, también explica su origen, es decir, su "naturalidad" de manera distinta. Para PIAGET una imagen es el resultado de la interiorización de una acción; acción que no es cortar, unir, prolongar, Etc., sino de la que él denomina acción perceptiva. Es decir, para PIAGET la percepción misma -que constituye un capítulo de todo libro de psicología- la interpreta de otra forma. En esencia, para él la percepción, de lo que sea, no es algo pasivo, sino al contrario, toda una actividad. Usando una figura

del lenguaje: una imagen para la psicología clásica es una fotografía, para PIAGET es un dibujo. Así, tanto la imagen como la operación, si bien diferentes en cuanto a función, tienen, de acuerdo siempre a PIAGET, un mismo origen: las acciones.

La operación es lo fundamental para el pensamiento, según PIAGET. Sus investigaciones le llevan a darle a las operaciones una estructura semejante a la que presentan las matemáticas. Les atribuye características como por ejemplo el que se pueden "componer", es decir, obtener una operación diferente como resultado de la realización de dos o más de ellas en forma subsecuente; que en conjuntos especiales de operaciones hay alguna que aplicada a ciertos objetos los deja invariables, es decir, que existe una operación idéntica; que tres operaciones del mismo grupo son asociativas y por último, para cada operación hay otra que aplicada a continuación de la primera, deja al objeto en su estado inicial en el que se encuentra (es decir, las operaciones son reversibles).

Estas propiedades que identifica en las operaciones le permiten explicar la conducta inteligente ya que para él, la inteligencia no es más que la colección de operaciones de que dispone un individuo. Por sus propiedades que tiene a la operación PIAGET opone el hábito. Sobre esto último LOCKE dice: "...cuando ese poder o habilidad en el hombre de hacer cualquier cosa ha sido adquirido mediante frecuente ejecución de la misma cosa, es la idea que llamamos hábito...". El hábito nos permite hacer algo siempre de la misma manera. Muchas de nuestras conductas son "habituales". Basta que se den ciertos estímulos para desencadenar una acción o acciones siempre en la misma forma, con la misma "dirección". PIAGET explica que cuando las operaciones incluidas en un proceso no son interiorizadas o lo son sólo parcialmente, este proceso, de convertirse en una conducta inteligente, degenera en un hábito. Por otro lado, PIAGET, asemeja la ejecución de una conducta habitual como aquella que resulta de un acétrejo condicionado. De igual forma, da cuenta de la repetición de memoria y de la realización "automática" de algunos (sin comprenderlos) como resultados de hábitos sensorio-motores adquiridos como sustitución de una comprensión cabal de las operaciones involucradas. En resumen, un hábito es una conducta estereotipada. Al contrario de los hábitos, las operaciones por su propiedad de reversibilidad aseguran una movilidad de la cual carecen aquellos y por sus otras propiedades permiten organizarse formando sistemas integrados, algo de lo cual carecen los hábitos, los cuales son, en general, conductas aisladas.

Un resultado a que llega PIAGET, y que es importante para la didáctica

tica es el que asegura que el pensamiento organizado de manera operacional es un efecto, en parte, del trabajo realizado en forma cooperativa entre varios individuos.

¿Cómo se produce el progreso del pensamiento y cómo se construyen las operaciones? Las investigaciones de PIAGET sugieren que las operaciones, al igual que otras conductas de carácter psicológico, no aparecen súbitamente por, digamos, generación espontánea, sino que son un resultado de la evolución, por diferenciación de conductas anteriores de carácter más elemental y primitivo. Lo mismo sucede con los conceptos. Estos se construyen en forma progresiva y continua a partir de otros que le preceden. De acuerdo a PIAGET la construcción, tanto de operaciones como de conceptos se produce en el curso de una investigación, es decir, en la búsqueda de respuestas a preguntas planteadas.

Toda investigación es guiada por una pregunta. PIAGET estudia la relación que existe entre la pregunta, el problema y la operación y concluye, entre otras cosas, que cada operación está en función de una pregunta. Es, decir, cada pregunta es un llamado a realizar alguna operación. De esta forma, una pregunta o problema es un proyecto de acción o de operación que alguna persona intenta aplicar a un nuevo objeto, con el fin de llegar a la respuesta buscada. Es decir, de alguna forma, la pregunta anticipa las operaciones o acciones que se aplicarán a determinados datos. Por esto se dice que una pregunta o problema es un proyecto anticipado, no siendo, la investigación, otra cosa que la realización del proyecto de acción.

Con lo dicho hasta este momento se intentará aclarar el significado de la expresión: "X conoce Y" para PIAGET. Con el objeto de hacer más claro el significado de la expresión "X conoce Y", antes se contestan las siguientes preguntas: ¿qué es lo que hace a un objeto ser "objeto cognoscible"? ¿qué es lo que hace a un sujeto ser "sujeto cognoscente"? y por último: ¿cuál es la esencia de un objeto, en cuanto es objeto cognoscible? o de otra forma, ¿qué distingue a un objeto cognoscible" en particular de otro "objeto cognoscible" cualquiera? En términos de lo dicho hasta este momento es posible poder afirmar: a. lo que hace a Y ser "objeto cognoscible" es la posibilidad de que sobre él se puedan o no realizar ciertas acciones. b. Lo que hace a X ser "sujeto cognoscente" es la posibilidad de que X puede realizar acciones sobre objetos, los cuales pueden ser objetivos o puramente mentales.

c. La esencia de un "objeto cognoscible" (su "ser", como "ser cognoscible" no su "ser" en sentido metafísico) es el conjunto de operaciones que se pueden realizar sobre él.

d. Como resultado de su desarrollo, X, en cierto momento está en posesión de un conjunto de operaciones, las cuales, como se ha visto son de carácter puramente formal, es decir, son una especie de "moldes" o "estructuras".

Por lo tanto, para PIAGET, X conoce Y si y sólo si Y (como objeto cognoscible) se encuentra en alguna o algunas de las operaciones de que dispone X.

Cuando PIAGET habla de que X conoce Y, lo hace en el sentido anterior. Sus investigaciones y las de sus discípulos se han enfocado a desarrollar, en varios aspectos, el conocer en el sentido antes apuntado.

En el caso de que a X se le presente un objeto de conocimiento "nuevo", Y, ¿cuál es el mecanismo por el cual X llega a conocer Y? La respuesta, resumida, de PIAGET es: modificando -por efecto de la acción- alguna operación que ya posea X, con el fin de construir una nueva operación en donde sea posible asimilar a Y.

Tales son las respuestas que da PIAGET a las preguntas de ¿qué es conocer algo? y ¿cuál es el mecanismo por el cual alguien llega a conocer ése algo? y que son las que se aceptan en este trabajo. En otras palabras tal es la teoría del aprendizaje con la que se está de acuerdo.

5. TEORÍA DEL APRENDIZAJE

El estudio de qué es el aprendizaje, y cómo se alcanza, es algo que tradicionalmente se ha incluido en el campo de la psicología. Hasta el momento se han formulado teorías que intentan englobar y explicar hechos observables sobre el aprendizaje. Hay tantas -o más- teorías psicológicas del aprendizaje, como escuelas psicológicas existen. Cada una, de acuerdo a los supuestos que parte, se propone explicar, dar coherencia a resultados observados y, en lo posible, predecir otros.

En este trabajo se hablará, con un poco de detalle, de la teoría desarrollada por el psicólogo norteamericano D.P. AUSUBEL (HOVAK, 1978), en virtud de que se considera que esta teoría da "mejor" cuenta de lo que ocurre en el proceso enseñanza-aprendizaje y es más adecuada para orientar dicho proceso. Sin embargo, por lo menos, habrá que nombrar otras teorías que cuentan en la actualidad con un gran número de partidarios. Entre ellas están las que deri

van de corrientes psicológicas como el Conductismo (SKINER, 1975), la Gestalt (WERTHEIMER, 1961), la Psicogenética (PIAGET, 1975), la Soviética (VIGOTZKY, 1992), la tradicional (HUHE, 1965).

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO El concepto central en la teoría de AUSUBEL, es el de aprendizaje significativo:

X aprende significativamente Y cuando Y se enlaza con los conceptos pertinentes que existen ya, en la estructura cognoscitiva de X.

En lo anterior, por enlace entre un concepto con otro pertinente, se entiende la relación del tipo que sea entre tales conceptos y, por estructura cognoscitiva de X se quiere significar "las series organizadas de hechos, conceptos y generalizaciones que ya se han aprendido".

La definición anterior afirma, implícitamente, dos cosas: que Y está enlazado con otros conceptos y que X posee, en cierto momento, una estructura cognoscitiva.

De acuerdo con AUSUBEL, en la estructura cognoscitiva de un individuo, los conceptos pueden aparecer bajo dos formas: como conceptos "aislados" o como conceptos que permitan integrar una serie de conceptos "aislados". Hay que hacer notar que estas dos formas no son absolutas: un mismo concepto puede ser al mismo tiempo "aislado" o integrador.

Para que un individuo logre aprender significativamente algún aprendizaje Y, se requiere que en su estructura cognoscitiva exista un concepto integrador adecuado para Y que realice los enlaces entre Y con los demás conceptos con quienes se podrá relacionar. La función del concepto integrador es servir de anclaje para diversos elementos de conocimiento.

El proceso mediante el cual un individuo aprende significativamente algo es el de integración. Este consiste en relacionar, por medio del concepto integrador pertinente, el nuevo conocimiento a los otros que ya posea el sujeto y con los cuales se puede relacionar. El resultado final de este proceso es una modificación, tanto del nuevo conocimiento, como de la estructura cognoscitiva original del individuo.

Un tipo particular de aprendizaje significativo es aquel que AUSUBEL denomina aprendizaje supraordinado. Es aquel que se da,

cuando lo nuevo que aprende un individuo, en lugar de integrarse, mediante un concepto integrador pertinente, con los conceptos ya existentes en el individuo, lo que hace es establecer nuevas asociaciones entre los conceptos ya existentes en la estructura cognoscitiva del aprendiz.

Al progresar el aprendizaje significativo de un individuo, los conceptos que existen en su estructura cognoscitiva experimentan dos posibles modificaciones: se vuelven más elaborados o se hacen más diferenciados. Lo primero ocurre cuando la nueva información se integra a un concepto integrador y la segunda se da por efecto de que la nueva información haya propiciado un cierto tipo de asociación entre los conceptos ya existentes. A la segunda transformación AUSUBEL denomina diferenciación progresiva y que, al igual que la primera, puede ocurrir en cualquier período de tiempo. Durante el aprendizaje, puede suceder que se contraponga el significado de un concepto que ya se posee con uno nuevo que se intenta aprender. En la teoría de AUSUBEL se llama reconciliación integradora, al proceso por el cual se aclaran las diferencias entre significados.

Otro de los conceptos en la teoría de AUSUBEL es el de organizador avanzado. Por éste se entiende un pequeño segmento de material de aprendizaje que suministra al estudiante la guía para que pueda emplear los conceptos que posee en su estructura cognoscitiva para aprender significativamente. También puede auxiliario para encontrar los conceptos claves en el nuevo material e, igualmente, si en éstos hay una relación de supraordinación o de subordinación con los que ya posee. El elemento crítico de un organizador avanzado es que sirve para enlazar la nueva información que se aprenderá con los conceptos existentes en la estructura cognoscitiva. La característica predominante que AUSUBEL atribuyó al organizador avanzado fue que debía ser más general y abstracto que la información a seguir y que eso debía servir para facilitar el aprendizaje significativo del nuevo material.

Sirviéndose de los conceptos de aprendizaje significativo, aprendizaje supraordinado, diferenciación progresiva y reconciliación integradora, AUSUBEL explica la capacidad de un individuo para resolver problemas, descubrir e investigar, así como la creatividad. Se dice: "...la capacidad de resolver problemas deriva de la diferenciación de la estructura cognoscitiva, y que eso se es pecífico del concepto."; "...no hay una estrategia general o una lógica del descubrimiento, excepto la estrategia general del aprendizaje significativo, que es, primordialmente, una función del desarrollo del concepto y de la reconciliación integradora de

LA TEORÍA DE AUSUBEL Y LA DIDÁCTICA

los conceptos"; "el proceso creativo se presenta, en esencia, como forma avanzada de diferenciación del concepto supraordinado y de reconciliación integradora".

Antes de enunciar algunos elementos que podrían figurar en una didáctica basada en la teoría de AUSUBEL, es necesario hacer la siguiente aclaración:

Es una teoría que intenta fundamentar, principalmente, el aprendizaje de carácter cognitivo.

Una didáctica basada en la teoría de AUSUBEL se aplica principalmente a los alumnos que ya saben leer bastante bien y que ya poseen un conjunto de principios y conceptos básicos de una manera determinada y, debe tender a propiciar:

- el aprendizaje significativo;
 - el aprendizaje supraordinado;
 - la diferenciación progresiva;
 - la reconciliación integradora;
- para ello, habrá necesidad, entre otras cosas de:

- determinar, para cada aprendizaje que se desea enseñar, aquellos que le sean pertinentes;
- indagar si en la estructura cognitiva de un estudiante, existen los elementos pertinentes, al aprendizaje que se va a enseñar;
- suministrar los conceptos integradores que mejor convenga;
- utilizar, en lo posible, técnicas individuales de enseñanza, en virtud de que la rapidez de aprendizaje de un individuo depende de su estructura cognitiva;
- considerar, sobre todo, aquellos aprendizajes que potencialmente tengan alta significatividad.

ESTRUCTURA COGNITIVA EN ESTUDIANTES QUE HAN CONCLUIDO SU EDUCACIÓN MEDIA.

La estructura cognitiva de cada individuo es única, ya que las experiencias y la forma de interpretarlas e interiorizarlas tienen un carácter singular.

La estructura cognitiva no es estática. Cambia conforme aprendemos, ampliándose, enriqueciéndose, ajustándose, reestructurándose.

A su vez, la estructura cognitiva afecta lo que se va aprender, pues facilita; dificulta o impide que el nuevo aprendizaje se integre a ella, que le sirva como base. De hecho, para que el aprendizaje se dé de manera significativa es menester que lo nuevo se interiorice y se relacione con la estructura cognitiva.

— De lo anterior, uno podría esperar, razonablemente, que al final

de cada ciclo, en la educación escolarizada, los estudiantes hubié-
sen alcanzado una determinada estructura cognitiva.

Para el caso de los alumnos que han concluido su educación media
básica tal estructura cognitiva, en principio, y de acuerdo a los
Planes y Programas de Estudio Oficiales, sería rica tanto en las
ciencias como en las humanidades.

En cuanto a las ciencias, un alumno que ha concluido su educación
media, ha estudiado varios cursos de Física, Química, Biología,
Geografía y Matemáticas.

Con respecto a las humanidades, el mismo alumno, ha cursado las
asignaturas de Civismo, Historia -tanto Universal como de México-
y un idioma extranjero.

Los anteriores conocimientos se han enriquecido por la práctica de
alguna tecnología, el ejercicio de la música y la práctica de al-
gún deporte.

Como puede verse, no es nada despreciable la gran riqueza de la
estructura cognitiva que cabría esperar de un alumno que ha con-
cluido su educación secundaria. Naturalmente se está claro que no
no todos los aprendizajes alcanzados hayan sido significativos pa-
ra todos los alumnos. En esto se espera un espectro amplio de po-
sibilidades.

Aún con todo, se considera que nueve años de educación escolar-
zada (es decir, hasta el término de la educación secundaria) en
mucho hayan contribuido al desarrollo cognitivo de los aprendices
tanto en las ciencias como en las humanidades. Aún suponiendo que
no todos los aprendizajes hayan sido significativos y que aún los
alcanzados de esta forma se encuentran entremezclados con preju-
cios, falsas creencias y conocimientos aislados, esta estructura
cognitiva hay que tomar en cuenta si se quieren promover nuevos
aprendizajes de manera significativa.

MODELO DE APRENDIZAJE DE- EXPLICACIONES CIENTÍFICAS

Con anterioridad nos hemos referido a lo que entendemos por dar
una explicación de un fenómeno natural o comprender un hecho so-
cial. También se hizo explícito el concepto de aprendizaje signi-
ficativo en el sentido en que AUSUBEL lo formula y que es el que
se utiliza en este trabajo. Por otro lado, se abordaron las parti-
cularidades cognitivas que podrían definir al tipo de alumno que se
intenta que aprenda, en forma significativa, soluciones dadas a
problemas que consistan en una explicación o comprensión.

En otras palabras: se ha hablado de un objeto de conocimiento es-
pecífico que se desea aprender, en forma significativa, por
un alumno particular. Por lo tanto, en este momento, cabe formular

la pregunta: ¿de qué manera, o de qué forma se supone que un individuo, con tales características, se apropia significativamente, de tal conocimiento?

De inmediato es oportuno señalar que la respuesta a tal pregunta sólo la podemos bosquejar en términos muy generales. Una respuesta categórica y completa la desconocemos.

Una respuesta completa y categórica, desde el punto de vista lógico, a tal pregunta, consistiría en la formulación de algún modo de aprendizaje que explicara la forma en la cual, alumnos que han estudiado diferentes disciplinas científicas y humanísticas, en forma separada, interiorizan, significativamente, las explicaciones dadas a hechos o fenómenos que se basan en contenidos que provienen de diferentes racionalidades.

Elaborar un modelo de aprendizaje de explicaciones científicas en aprendices que han estudiado en forma aislada distintas disciplinas científicas y humanísticas debe ser el resultado de observaciones empíricas y de elaboraciones teóricas. Para las primeras, habría necesidad de realizar observaciones de campo que permitan esclarecer la forma en que proceden los aprendices en la reconstrucción de diferentes representaciones sobre soluciones dadas a problemas de naturaleza explicativa. Estas experiencias deben apoyarse o guiarse en consideraciones epistemológicas acerca del desarrollo de explicaciones en diferentes áreas del saber.

Aún con lo anteriormente dicho, en el sentido de que se carece de un modelo de aprendizaje de la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza, que esté basado tanto en elementos empíricos como en teóricos de carácter epistemológico y validado por la experiencia, creemos que es posible formular un primer acercamiento a tal modelo que, como primera hipótesis podría ser puesta a prueba. Este primer modelo se integraría de las siguientes etapas de aprendizaje.

1. **IDENTIFICACION DEL FENOMENO O HECHO POR EXPLICAR.** El alumno identifica o reconoce, en diferentes aspectos de la realidad, manifestaciones específicas del hecho o fenómeno por explicar. En otras palabras, cobra conciencia de su existencia.
2. **APROPIACION, POR EL ALUMNO, DE LA SITUACION PROBLEMATICA.** En esta etapa el alumno hace suyo el problema. Cobra conciencia de su importancia, de su utilidad, de su interés y lo relaciona con aspectos de su propia vivencia, experiencia y vida.

3. **VISION GLOBAL DEL HECHO O SITUACION PROBLEMÁTICA.** Una vez aceptado el hecho o fenómeno en cuestión, al plantear la interrogante la que se debe? o cómo se explica?, hay una primera visión global o total del hecho por explicar. Como toda visión total que apenas se origina, ésta es muy esquemática e incompleta. Se reconoce con facilidad el efecto y se atribuye como causa aquella situación particular e inmediata que aparentemente originó el efecto. En esta etapa parece que no hay mucha dificultad en identificar el efecto y al mismo tiempo se empieza a reparar en aquellos hechos o circunstancias que rodean al hecho o fenómeno que interesa y que, a primera vista, parece que guarda cierta relación con el efecto observado. Por el nivel de desarrollo que la estructura conceptual ha alcanzado ellos, desde un principio, están conscientes de que debe existir una relación de causa-efecto entre el fenómeno que se observa y otros que es pertinente descubrir.
4. **ANÁLISIS DETALLADO DEL HECHO O FENÓMENO.** En esta etapa se identifican hechos o fenómenos pertinentes o no al hecho bajo estudio. Después de la primera visión global del hecho y de que se ha identificado el efecto, se empiezan a proponer posibles causas. Sugerir causas no es otra cosa que formular hipótesis que serán retonidas o descartadas en virtud de la concordancia entre las inferencias que ellas originen con los hechos que se observen. Este proceso da lugar a una clasificación de los hechos o fenómenos, circundantes al original, en pertinentes o no al que primordialmente interesa. Este análisis pone de relieve que si bien puede ocurrir que la causa que en primer lugar se identificó, no sea otra que aquella que desencadena un efecto que será causa de otro efecto, y así sucesivamente, hasta llegar a identificar la cadena de relaciones causales que están involucradas en el hecho considerado.
5. **ANÁLISIS DE LAS DISTINTAS RELACIONES CAUSALES.** Identificadas las diferentes relaciones causales que tienen lugar en la explicación de un hecho o fenómeno, se analizan en forma más detallada tales relaciones. Es decir, se llega a una etapa de análisis más puntual de las relaciones involucradas y que puede ser que se genere o pertenezcan a diferentes racionalidades. En esta etapa es en donde, de manera principal, se da lugar a la recuperación de diferentes conocimientos que, lo más seguro, es que pertenezcan a disciplinas muy diferentes.
6. **VISION INTEGRADORA DE LA SITUACION.** Una vez que las diferentes partes de la situación y de su explicación, constituida por toda la serie de implicaciones, se han establecido en forma detallada, se retoma de nueva cuenta la situación y se integra en

forma completa su explicación. Esta es una etapa de síntesis en la cual se reestructura la visión total elaborada al principio pero ahora ya aparece estructurada, tomando en consideración vivencia, experiencia y conocimientos particulares pertenecientes a diferentes áreas científicas y humanísticas.

6. DIDACTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FORMA EN LA CUAL SE HAN UTILIZADO CONCEPTOS, RELACIONES, METODOS Y ALGO RITMOS, PROVENIENTES DE DIFERENTES AREAS DEL CONOCIMIENTO, EN EL ESTUDIO CIENTIFICO DE UNA SITUACION CONCRETA REAL.

Después de haber descrito lo que se entenderá por explicación científica; el concepto de aprendizaje significativo de AUSUBEL, el cual se acepta en este trabajo; la estructura cognitiva de un alumno que ha concluido su educación media básica y el modelo que sugerimos para el aprendizaje de explicaciones científicas, es el momento de proponer una didáctica que se juzga adecuada para que tales alumnos se apropien significativamente de los aprendizajes propuestos. Esta propuesta está formada de dos etapas: en la primera se ubica la situación concreta a estudiar y en la segunda, a partir de tres acercamientos, se lleva a cabo el estudio de tal situación.

PRIMERA ETAPA

IDENTIFICACION DE HECHOS SOCIALES O FENOMENOS DE LA NATURALEZA (SITUACION CONCRETA REAL). Solamente la reflexión personal nos lleva a cobrar conciencia de los hechos. Es posible que transcurra toda una existencia en la inconciencia sobre muchos aspectos de la realidad. Sin interrogantes, cuestionamientos y problemas, es difícil llegar a interiorizar hechos o situaciones de nuestra vida real. Por lo anterior, esta etapa está encaminada a que los estudiantes, a partir de su experiencia personal, reflexión propia y discusión colectiva cobren conciencia, fundamentalmente, de cuatro cosas. Una, del cúmulo de necesidades sociales e individuales que deben satisfacerse para hacer posible la supervivencia en un determinado lugar y tiempo; dos, que la satisfacción de cualquier necesidad se ve enfrentada a una serie de problemas que es menester resolver; tres, del papel que en la solución de los problemas que enfrentamos desempeñan los conocimientos que se posean; cuatro, de la situación concreta -hecho social o fenómeno de la naturaleza- que se estudiará y que se deriva como problema particular, necesario de resolver, para la satisfacción de una necesidad específica.

SEGUNDA ETAPA

PRIMER ACERCAMIENTO. Este se caracteriza porque prácticamente todas las actividades que realiza el estudiante las lleva a cabo en base a su experiencia personal, únicamente con lo que "cree", lo que sabe, de manera no tanto intuitiva, nada formal, con el fin de que se familiarice, haga suyo, se involucre en la situación problemática, recuerde sus experiencias y conocimientos relacionados con la situación, haga una primera identificación

de los elementos de la situación problemática, sobre conciencia de que entre las distintas partes de la situación existen relaciones, y que es precisamente de estas relaciones de donde se obtendrá la solución del problema planteado por la situación problemática, y, por último, que tenga una primera aproximación a lo que se entenderá por "explicación" o "comprensión" de la situación concreta.

SEGUNDO ACERCAMIENTO. En el segundo acercamiento se inicia la formalización. Es la parte más larga y pesada por las numerosas actividades que se realizan con el fin de que los alumnos recuerden o lleguen a conocer los conceptos, relaciones, algoritmos y métodos, que son necesarios para la comprensión del problema y su solución. Es en esta etapa, digamos, cuando se elabora el cúmulo de conceptos teóricos indispensables para el estudio de la situación.

TERCER ACERCAMIENTO. En el tercer acercamiento se aborda la solución del problema planteado en el primero, a través de la integración de lo estudiado en el segundo. En otras palabras, se resuelve un problema como forma de integrar conocimientos aislados.

7. MODELO DE PROGRAMA PARA UN CURSO

Hemos dicho que este trabajo propone enseñar, en un curso extracurricular, a alumnos del bachillerato, la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza. Por tal razón, hay necesidad de elaborar un programa para dicho curso.

Existen diversas propuestas metodológicas para la elaboración de programas. Están, por ejemplo, la de TYLER (1970), TABA (1976), HAGER (1970), POPHAM-BAKER (1972). Sin embargo, en este trabajo utilizaremos la propuesta que hace DIAZ BARRIGA (1980) que tiene algunos rasgos comunes con las de TYLER y TABA, pero que está en total desacuerdo con las de HAGER y POPHAM-BAKER.

Para DIAZ BARRIGA un programa escolar es la propuesta mínima de aprendizajes relativos a un curso escolar y que forma parte de una táctica concreta, que posibilita, por medio de los aprendizajes, el logro de ciertas metas curriculares.

Es pertinente aclarar que si bien el curso que proponemos es de carácter extracurricular, no por ello deja de apoyar, promover y enriquecer los grandes propósitos que un currículo establece y, en tal sentido, se juzga que la metodología propuesta por DIAZ BARRIGA se puede extender a cursos extracurriculares, siempre y cuando éstos se enmarquen completamente en un determinado currículo.

De acuerdo a DIAZ BARRIGA, la elaboración de un programa escolar involucra tres momentos: determinación del marco referencial, elaboración del programa escolar y la instrumentación didáctica del mismo.

DETERMINACION DEL MARCO REFERENCIAL. Para la elaboración del programa escolar es necesario analizar los propósitos del plan de estudios (al cual el programa pertenece), el tipo de necesidades sociales e individuales que se consideraron para su elaboración, las áreas de formación en que está organizado y las nociones básicas de cada una de dichas áreas. Otro aspecto que se debe contemplar en el marco referencial son las condiciones (institucionales, ambientales, individuales, metodológicas) de desarrollo del programa, lo cual permitirá determinar una primera aproximación a la situación de campo específico de un grupo, como un diagnóstico de necesidades y para detectar las condiciones que van a incidir en una situación educativa, elementos que permitirán la precisión de los propósitos del curso. A partir de estos análisis es como se puede considerar la pertinencia o no de la propuesta de aprendizaje que se concreta en un programa escolar.

ELABORACION DEL PROGRAMA ESCOLAR. Todo programa escolar es una propuesta referente a los aprendizajes curriculares mínimos de un curso; dado que se relacionan con un plan de estudios del que forma parte. El programa escolar orienta las decisiones que maestros y alumnos tomen, referidas al logro de ciertos resultados de aprendizaje.

La elaboración del programa escolar tiene que verse como una segunda etapa que se basa en los estudios y análisis realizados para la organización del marco referencial.

En virtud de que el programa escolar es un medio para comunicar a maestros y alumnos los aprendizajes mínimos a desarrollar en un curso, hay necesidad de presentar no sólo una lista de objetivos de aprendizaje, sino de elaborar, por escrito, una explicación sobre el significado del curso, sobre sus propósitos explícitos y su vinculación con el plan de estudios del que forma parte.

Si bien DIAZ BARRIGA no lo hace explícito, parece que sugiere que el programa escolar estaría formado de las siguientes partes: presentación del programa; nociones básicas que propicia; objetivos terminales; contenidos organizados en unidades temáticas con un nombre adecuado y presentación para cada una de ellas y, los objetivos de aprendizaje para cada unidad temática.

La presentación escrita del programa escolar consiste en la redacción de las principales características del curso, de las

nociones básicas que se desarrollarán, de las relaciones que guarda el curso con los anteriores y posteriores a él, en términos de los problemas concretos que ayuda a resolver. La presentación permite conceptualizar una panorámica general del curso y es un primer intento de estructurar el objeto de estudio con el fin de que se perciban las relaciones que guarda la unidad fenoménica a estudiar y los principales elementos que la conforman.

A partir de la concepción que se tiene sobre la totalidad del curso y de las nociones básicas que propicia el mismo, es como se pueden redactar los objetivos terminales, en términos de productos o resultados de aprendizaje. La elaboración de objetivos terminales de aprendizaje constituye una síntesis de los análisis realizados en el marco referencial.

Una vez que se han precisado los objetivos terminales de un curso, que reflejan la totalidad del mismo y las nociones básicas que se desarrollarán, es preciso realizar un desglose de los contenidos del mismo a fin de intentar una organización y estructuración de aquellos contenidos que se reflejarán en las unidades temáticas. La organización del contenido debe reflejar la estructura interna de la disciplina y hay necesidad de que se presenten a los estudiantes de tal manera integrados que posibiliten la percepción de la unidad y totalidad que guardan los fenómenos entre sí.

Cuando el contenido temático del curso se encuentra organizado en unidades temáticas, a cada una de ellas se le asigna un nombre que refleje el contenido a trabajar y se procede a elaborar una presentación escrita de los mismos a fin de aclarar a los alumnos el papel, la estructura, el aprendizaje que promueve y su relación con la totalidad del programa, así como la especificación de los objetivos de aprendizaje para cada unidad.

Los objetivos de aprendizaje por unidad forman parte de la totalidad del producto final o terminal del curso. En este sentido se cree que la cantidad de estos objetivos debe ser mínima. Manejar un mínimo de objetivos de aprendizaje por unidad posibilitará una instrumentación didáctica más profunda y coherente.

INSTRUMENTACION DIDACTICA DE LOS PROGRAMAS ESCOLARES. La instrumentación de un programa escolar es la selección de actividades de aprendizaje (técnicas y recursos didácticos) y de las técnicas de evaluación. En la selección de tales instrumentos se concreta (de manera consciente o no para el profesor) una concepción de la sociedad, del hombre y del aprendizaje.

La instrumentación está formada por dos grandes momentos: la planificación de situaciones de aprendizaje y la planificación de la

acreditación del mismo.

Para la planificación de las situaciones de aprendizaje es necesario tomar en cuenta las condiciones particulares del grupo escolar y tomar como punto de inicio la experiencia del estudiante en un intento de retener su propia experiencia como fuente irremplazable para aprender. Esta experiencia del sujeto conforma, por un lado, su esquema referencial, y por otro, la historicidad con que se presenta en el acto de aprender.

PLANIFICACIÓN DE LA ACREDITACIÓN DE LOS APRENDIZAJES. La acreditación se refiere a la verificación de ciertos resultados de aprendizaje, previstos curricularmente, como parte de la formación del estudiante y que permiten su desarrollo adecuado.

El problema de la acreditación se inicia desde la elaboración del programa y, concretamente desde la definición de los productos del aprendizaje. La planificación de la acreditación se puede realizar a partir de la claridad que tengan los objetivos terminales como producto o resultado del aprendizaje. Es necesario recordar que estos objetivos deben expresar el más alto nivel posible de integración del fenómeno a estudiar. Para comprender el manejo de los contenidos, es necesario detectar la capacidad de establecer las relaciones, de hacer síntesis y de realizar juicios críticos que permiten el desarrollo de las capacidades humanas superiores.

Planificar las evidencias de los resultados del aprendizaje implica, por tanto, establecer los criterios con los que estas evidencias se mostrarán, sus grandes etapas y sus formas de desarrollo. Esta planificación se efectúa mediante el análisis de los objetivos terminales del curso y la determinación de una serie de evidencias: trabajos, ensayos, reportes, investigaciones, etc., que de ellos se pueden derivar.

El conocimiento del plan de acreditación del curso por parte de los estudiantes desde su iniciación, constituye un elemento que puede favorecer la motivación y el compromiso para su desarrollo, por cuanto que permite visualizar una primera estructura general del curso y la concreción de la misma.

Si consideramos que el examen no es el instrumento más adecuado para verificar el proceso de aprendizaje del estudiante, ni la manera cómo elabora y re-elabora el contenido, el problema a resolver es: cómo plantear las características que debe reunir el resultado del aprendizaje y cómo definir sus criterios de apreciación.

BIBLIOGRAFIA

- ACHINSTEIN, P. "Los Modelos Teóricos". México, UNAM, 1967.
- AEBLI, H. "Una Didáctica Fundada en la Psicología de Piaget". Buenos Aires: Edit. Kapelusz, 1979.
- BLACK, M. "Modelos y metáforas". Madrid: Edit. Tecnos, 1966.
- BRUNER, J.S. "El saber y el sentir". México: Edit. Pax-México, 1967.
- BUNGE, M. "Teoría y Realidad". Barcelona: Ediciones Ariel, 1972.
- "La Ciencia su Método y su Filosofía". Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte, 1981.
- CAFFE, F. "Economistas Modernos". México: UTHEA, 1963.
- CARNAP, R. "Fundamentación Lógica de la Física". Buenos Aires: Edit. Sudamericana, 1969.
- CARROLL, L. "El juego de la lógica y otros ensayos". Madrid: Alianza Editorial, 1972.
- COHEN, M. y NAGEL, E. "Introducción a la lógica y al método científico". Vol. 2. Buenos Aires: Amorrortu editores, 1973.
- COPI, I.B. "Introducción a la Lógica". Argentina: EUDEBA, 1974.
- DE GORTARI, E. "Dialéctica de la Física". México: UNAM, 1964.
- DIAZ, A.B. "Un enfoque metodológico para la elaboración de programas escolares" en: Perfiles Educativos No. 10. México: UNAM, 1980.
- DILTHEY, W. "Introducción a las ciencias del espíritu". Madrid: Alianza U., 1988, 82.
- FEYERABEND, P.K. "Contra el Método". Barcelona: Edit. Ariel, 1981.
- GRZEGORCZYK, A. "Hacia una Síntesis Metodológica del Conocimiento". México: UNAM, 1967.
- HEMPEL, C.G. "La Explicación Científica. Estudios Sobre la Filosofía de la Ciencia". Buenos Aires: Paidós, 1979.
- HUME, D. "A Treatise of Human Nature". L.A. Selby-Bigge (ed.). Nueva York: Dover, 1965.
- KNELLER, G.F. "La Ciencia en cuanto Esfuerzo Humano". México: NOEMA editores, 1981.
- LOPEZ DE MEDRANO, S. "Modelos Matemáticos". México: ANUIES, 1972.
- LUDLOW-WIECHERS, J. "Álgebra y Modelos con Énfasis en Administración y Economía". México: Ediciones Océano, 1984.
- MAGER, R. "Análisis de Metas". México: Edit. Trillas, 1970.
- NOVAK, D. "Understanding the Learning Process and Effectiveness of Teaching Methods in the Classroom, Laboratory, and Field" in Science Education, 60(4): 493-512 (1976)
- NOVACK, G. "Introducción a la Lógica. Lógica Formal y Lógica Dialéctica". Barcelona: Fontamara, 1982.

- PIAGET, J. "Psicología de la Inteligencia". Buenos Aires: Psique, 1975.
- POPHAM-BAKER, "El Maestro y la Enseñanza Escolar". Buenos Aires: Edit. Paidós, 1972.
- REICHENBACH, H. "La Filosofía Científica", México, F.C.E., 1975.
- SCHAAF, W.L. "Sobre la Modernidad de las Matemáticas Modernas", en: La enseñanza de las matemáticas modernas, Hernández, J. (ed.). Madrid; Alianza U., 1980.
- SKINNER, B. "Sobre el Conductismo". Barcelona: Fontanella, 1975.
- TABA, H. "Elaboración del Currículo". Buenos Aires: Edit. Troquel, 1976.
- TYLER, R. "Principios Básicos Para la Elaboración del Currículo". Buenos Aires: Edit. Troquel, 1979.
- VIGOTZKY, L. "Pensamiento y Lenguaje". México: Ediciones Quinto Sol, 1992.
- WERTHEIMER, M. "Productive Thinking". Londres: Tavistock Publications, 1961.
- S.A. "Protocolo de Equivalencias Para el Ingreso y la Promoción de los Profesores de Carrera Ordinarios de la Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades" en: Suplemento de la Gaceta CCH, México, UNAM, 29 de enero de 1990.

INSTRUMENTOS CONCEPTUALES
ANADIDOS AL IBO

C A P I T U L O I I

Este capítulo se refiere a los instrumentos conceptuales que se han desarrollado para el curso de Matemática de la Educación Secundaria Obligatoria. Estos instrumentos se han desarrollado en colaboración con los profesores de Matemática de los centros educativos que forman parte del Proyecto de Investigación y Desarrollo de la Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria Obligatoria.

1. MARCO REFERENCIAL DEL PROGRAMA

Este capítulo se refiere a los instrumentos conceptuales que se han desarrollado para el curso de Matemática de la Educación Secundaria Obligatoria.

2. PROGRAMA DEL CURSO

Este capítulo se refiere a los instrumentos conceptuales que se han desarrollado para el curso de Matemática de la Educación Secundaria Obligatoria.

Este capítulo se refiere a los instrumentos conceptuales que se han desarrollado para el curso de Matemática de la Educación Secundaria Obligatoria.

Este capítulo se refiere a los instrumentos conceptuales que se han desarrollado para el curso de Matemática de la Educación Secundaria Obligatoria.

Este capítulo se refiere a los instrumentos conceptuales que se han desarrollado para el curso de Matemática de la Educación Secundaria Obligatoria.

Este capítulo se refiere a los instrumentos conceptuales que se han desarrollado para el curso de Matemática de la Educación Secundaria Obligatoria. El programa del curso se divide en tres bloques de contenido: Álgebra, Geometría y Estadística. Cada bloque de contenido se desarrolla a lo largo de un trimestre de curso. El programa del curso se ha diseñado para que los alumnos adquieran los conocimientos y habilidades necesarios para comprender y aplicar los conceptos matemáticos en situaciones reales. El programa del curso se ha diseñado para que los alumnos adquieran los conocimientos y habilidades necesarios para comprender y aplicar los conceptos matemáticos en situaciones reales.

1. MARCO REFERENCIAL DEL PROGRAMA

INTRODUCCION

Con anterioridad se puntualizó la concepción de Programa de Estudio, de acuerdo al maestro DIAZ BARRIGA (que es el que se acepta en este trabajo), y de la necesidad que existe de realizar su contextualización en términos de analizar el Plan de Estudios en el cual aquél se hallará inmerso. En tal sentido, en este lugar se describirá el contexto en el que se ubica el curso que se propone en este trabajo.

La institución educativa en la cual se piensa llevar a la práctica el curso que se propone, es el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. Por tal razón, los diferentes elementos a considerar (análisis del Plan de Estudios, el tipo de necesidades sociales o individuales que se consideraron para su elaboración, las áreas de formación en que está organizado y las nociones básicas de cada una de dichas áreas) para la formulación del Marco Referencial serán en relación con tal institución educativa.

ANALISIS DE LOS PROPOSITOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

El Plan de Estudios para el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades se propone (DOCUMENTA No 1) dar una formación secundaria del nivel superior al estudiante, que le permita comprender dos lenguajes fundamentales: las matemáticas y el español, y dos métodos básicos para el estudio de la naturaleza y del hombre: el método experimental y el método histórico. El Plan se propone además, enseñar a todo estudiante un idioma extranjero. Por otro lado, el ideal de formación académica del Plan consiste en que el estudiante

sepa leer y escribir en el sentido más profundo de la palabra. Es- to es, que el estudiante tenga el hábito de la lectura de los li- bros fundamentales de nuestro tiempo y de los clásicos del pensa- miento humano; el que adquiera una cultura matemática en lo que ésta tiene de lógica y de expresión numérica de la naturaleza y de algunos fenómenos sociales; y el que relacione los resultados de las ciencias experimentales con el método que permite alcanzar sus resultados. Por lo anterior, el Plan se propone que el estudiante aprenda a aprender lo que todavía no sabe y, además, que tenga la posibilidad de estudiar en las fuentes y de investigar cosas nue- vas, bajo el supuesto de que la escuela no puede darle a uno el conjunto de los conocimientos humanos sino los métodos esenciales para adquirirlos.

**NECESIDADES SOCIALES E IN-
DIVIDUALES QUE SE CONSIDE-
RARON PARA LA ELABORACION
DEL PLAN DE ESTUDIOS**

El Colegio de Ciencias y Humanidades se creó en enero de 1971. En aquel entonces, algunas necesidades sociales, que justificaron su creación fueron las siguientes:

1. La UNAM requiere unir distintas facultades y escuelas. Vincular a la Escuela Nacional Preparatoria con las facultades; crear un or- gano de innovación permanente de la Universidad.
2. Se requiere la utilización óptima de los recursos destinados a la educación; la formación sistemática e institucional de nuevos cuadros de enseñanza media superior; la formación de estudios pre- paratorios y/o terminales que el desarrollo del país reclama.
3. Se prevé que para la década de los 80's la demanda de matrícula para la enseñanza media superior sería cincuenta veces mayor que la que se tiene al inicio de los 70's.
4. El desarrollo del país necesita nuevas posibilidades para traba- jadores en técnicas, oficios y artes aplicadas.
5. En el futuro las profesiones de carácter típicamente interdis- ciplinario tendrán un amplio mercado de trabajo.
6. Hay necesidad de estudiar áreas y problemas que requieren el concurso de varias disciplinas.
7. Estudiar los problemas de desarrollo regional en nuestro país.

**AREAS DE FORMACION EN QUE
ESTA ORGANIZADO EL PLAN -
DE ESTUDIOS**

El Plan de Estudios del CCUH está organizado en cuatro áreas de formación obligatoria para todos los alumnos: Matemáticas, Cien- cias Experimentales, Histórico-Social y Taller del Lenguaje. Ade- más, es obligatorio cursar un idioma extranjero y sólo de manera optativa cursar alguna Opción Técnica. El área de Matemáticas in- cluye seis semestres obligatorios, de los cuales los cuatro prime- ros son comunes para todos los alumnos y comprenden las materias de Álgebra (dos cursos), Geometría Euclídeana (un curso) y Geome- tría Analítica (un curso). Los dos últimos semestres obligatorios

de Matemáticas incluyen las opciones (dos cursos de la misma opción) de Estadística, Lógica, Cálculo Diferencial e Integral. En el Área de Ciencias Experimentales los cuatro primeros semestres son comunes a todos los alumnos, y se estudian las siguientes asignaturas: Física, Química, Biología y Método Científico Experimental; en los dos semestres siguientes, el alumno lleva dos cursos de entre las siguientes opciones: Física, Química o Biología. En el Área Histórico-Social los cuatro primeros semestres son también comunes a todos los estudiantes, y en ellos se cursan las siguientes asignaturas: Hist. Univ. Mod. y Contemporánea, Hist. de Méx. (dos cursos) y Teoría de la Historia; en los dos últimos semestres el alumno lleva dos cursos que opta entre las siguientes posibilidades: Estética, Ética o Filosofía. En el Área del Taller del Lenguaje, los cuatro primeros semestres obligatorios incluyen las siguientes asignaturas: Taller de Redacción (cuatro cursos), Taller de Lectura de Clásicos Universales, Taller de Lectura de Clásicos Españoles o Hispanoamericanos, Taller de Lectura de Autores Modernos Universales, Taller de Lectura de Autores Modernos Españoles e Hispanoamericanos. Finalmente existen dos grupos de opciones (Psicología, Administración, Economía, Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Geografía, Griego, Latín) y (Cibernética y Computación, C. de la Salud, C. de la Comunicación, Diseño Ambiental y Taller de Expresión Gráfica) de las cuales el alumno optará dos y una asignatura respectivamente y que cursará en los dos últimos semestres.

NOCIONES BASICAS DE CADA UNA DE LAS AREAS DE CONOCIMIENTO EN QUE ESTA DIVIDIDO EL PLAN DE ESTUDIOS DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES DE LA UNAM

Este es un aspecto difícil de determinar. El Plan de Estudios no es explícito en este punto. Una forma de identificar tales nociones básicas es analizar los Programas de estudio para cada una de las diferentes asignaturas. Sin embargo acá aparece una dificultad: con el tiempo, los Programas originales han experimentado cambios que han llevado a que en la actualidad los diferentes Plantales que integran el CCH cuenten con Programas de estudios diferentes entre sí y con los originales.

Por otro lado, el concepto nociones básicas del Plan de Estudios es posible entenderlo, para el caso del CCH, al menos en dos sentidos. Se podría entender como aquellas nociones que abarcasen "todo" el Plan de Estudios y en consecuencia serían aquellas nociones que, o permeasen los seis semestres o fuesen apareciendo a lo largo de los seis semestres. Pero, también se podrían entender como aquellas nociones que "todo" alumno que haya cursado el CCH, las conoce, y en tal sentido, deberían de ser sólo aquellas susceptibles de presentarse en los cuatro primeros semestres, que son los semestres en donde se cursan "todas" las materias obligatorias para todo estudiante.

Ante este estado de cosas, en este trabajo se han decidido

dos cuestiones: primera, entender como "nociones básicas de cada una de las áreas" como aquellas que cubren los cuatro primeros semestres y, segunda, tomar como fuente para determinar tales nociones básicas a los Programas de estudios vigentes (para todas las asignaturas que se estudian en los cuatro primeros semestres), en el Plantel Sur del CCH.

Después de decidir los dos aspectos arriba enunciados y realizar el análisis de los programas vigentes, para las distintas asignaturas obligatorias de los cuatro primeros semestres, en el Plantel Sur del CCH, se llegaron a identificar las siguientes nociones básicas para las cuatro áreas del conocimiento que integran el Plan de Estudios:

MATEMÁTICAS	C. EXPERIMENTALES	TALLER DEL LENGUAJE	HISTORICO-SOCIAL
-Número real.	-Mét. experimen	-Lengua.	-Ideología.
-Modelo matemático.	tal.	-Lenguaje.	-Proceso so
-Función.	-Explicación	-Idioma.	cial.
-Ecuación.	científica.	-Semántica.	-Comprensión de
-Transformación	-Relación cau	«Sintáxis.	un hecho social.
geométrica.	sal.	-Pragmática.	-Medio de pro
-Similitud de fi	-Fenómeno natu	-Género litera	ducción.
guras.	ral.	rio.	-Capitalismo.
-Congruencia de fi	-Fenómeno ff	-Estilo litera	-Socialismo.
guras.	sico.	rio.	-Comunismo.
-Método axiomá	-Fenómeno quí	-Figura del len	-Superestructura.
tico.	mico.	guaje.	-Cultura.
-Figura geométri	-Magnitud ff	-Análisis lite	-Revolución.
ca.	sica.	rario.	-Economía.
-Ángulo.	-Medición.	-Investigación	-Subdesarrollo.
-Polígono.	-Error de me	documental.	-Historia.
-Sistema de	dición.	-Resumen.	-Religión.
coordenadas.	-Masa.	-Ensayo.	-Hitto.
-Lugar geomé	-Tiempo.		-Materialismo
trico.	-Distancia.		histórico.
-Gráfica de una re	-Volumen.		-Materialismo dia
lación de dos va	-Densidad.		léctico.
riables reales.	-Energía.		-Dialéctica.
-Pendiente de	-Fuerza.		
una recta.	-Velocidad.		
-Ecuación de un	-Mov. unifor		
lugar geométrico.	memente acé		
-Secciones cóni	terado.		
cas.	-Mezcla.		
	-Reacción quí		
	mica.		
	-Oxidación.		
	-Reducción.		
	-Estructura		
	atómica.		
	-Átomo.		
	-Molécula.		
	-Ión.		
	-Célula.		
	-Evolución.		
	-Herencia.		
	-Reproducción.		
	-Diversidad.		
	-Clasificación		
	-Medio ambiente.		
	-Mét. Científico.		

CONDICIONES EN LAS CUALES SE REALIZARA EL CURSO

El curso se realizará en condiciones específicas. Algunas de tales condiciones tienen que ver con el propio curso -al cual incluye tanto a las características del profesor, como aquellas que corresponden a los alumnos- y al entorno en que tendrá lugar.

En cuanto a las características del curso se tienen las siguientes:

- Nombre del curso: APLICACIONES DE LAS MATEMATICAS.
- Carácter del curso: EXTRACURRICULAR.
- Alumnos a quienes está dirigido: ALUMNOS DE CUALQUIER SEMESTRE.
- Duración del curso: 60 horas.
- Duración de las sesiones: TRES HORAS DIARIAS CON 15 MINUTOS DE DESCANSO A LA MITAD DE LAS SESIONES.
- Costo del curso: Gratuito para alumnos del Colegio.
- Materiales didácticos: Adecuados al curso y en cantidad suficiente.
- Cupo en el curso: Máximo 40 alumnos.

CARACTERISTICAS DE LOS ALUMNOS QUE ASISTEN AL CURSO.

- Hífinamente han completado su educación media básica (secundaria).
- Posiblemente no domine los conocimientos anteriores ni tenga las actitudes y habilidades adecuadas para el curso.
- No importa la situación académica en que se encuentre al momento de asistir al curso.

CARACTERISTICAS DEL PROFESOR QUE IMPARTIRA EL CURSO.

- El profesor tiene la formación adecuada para impartirlo.

CONDICIONES EXTERNAS EN LAS CUALES SE REALIZARA EL CURSO.

- En cuanto a las condiciones externas sólo consideramos aquellas de carácter material y que la institución proporciona. En este aspecto se considera que tales condiciones son adecuadas.

2. PROGRAMA DEL CURSO

INTRODUCCIÓN. Una de las motivaciones más fuertes que ha tenido el desarrollo de las matemáticas se encuentra en el reconocimiento del lugar importante que ocupa en el conocimiento alcanzado sobre el mundo que nos rodea. Las matemáticas, al igual que las otras ciencias, aportan complejos conceptuales, formas de pensar y métodos de estudio que muestran ser eficaces herramientas para la construcción racional de la realidad. Por tal razón, el objeto de estudio del presente curso es ilustrar, a través del estudio detallado de un sector específico de la realidad, la forma en la cual los contenidos y métodos de las matemáticas, y de otras ciencias, se han utilizado como los instrumentos conceptuales útiles en la descripción, representación y comprensión de lo que se da en la naturaleza y en la sociedad.

Es indiscutible el papel fundamental que juegan las matemáticas en la construcción racional de la realidad. Pero, también es indiscutible reconocer que es imposible racionalizar la realidad

con puras matemáticas. Ningún sector de la realidad, excepto las propias matemáticas, se puede describir, representar o explicar sólo con contenidos y métodos matemáticos. Por muy simple que sea el sector de la realidad al que dirijamos nuestra atención, con el objeto de realizar su construcción conceptual, requerirá, en general, conceptos y métodos provenientes de áreas del conocimiento diferentes de las que tradicionalmente corresponden a las matemáticas. En otras palabras, lo que se quiere decir es que un problema real se estudia con conceptos matemáticos y con conceptos no-matemáticos. Esta es la razón por la cual, un aspecto importante de este curso es mostrar que presentar a las matemáticas como expresión numérica de la naturaleza y de algunos fenómenos sociales, reclama, de manera imprescindible, el tener que recurrir a conceptos y métodos ajenos a las propias matemáticas.

En resumen, el objeto de estudio del curso consiste en el análisis de un fenómeno de la naturaleza que muestra la necesidad de recurrir tanto a conceptos y métodos matemáticos como a no-matemáticos, con el objeto de describirlo, representarlo y comprenderlo. En tal sentido, en el curso se persigue hacer converger, a través del estudio de un fenómeno de la naturaleza, conceptos, relaciones y métodos que usualmente se mantienen separados, por corresponder a áreas del conocimiento diferentes entre sí, como puede ser la Lógica, Física, Química, Biología, Economía, Demografía, Astronomía, Sociología y las Matemáticas.

Existe un gran número de fenómenos naturales cuyo estudio puede ejemplificar el uso de conceptos matemáticos y no-matemáticos necesarios para su descripción, representación y comprensión. En estas circunstancias es difícil decidir qué situación real estudiar y cuáles descartar. Para este curso se ha elegido un fenómeno natural que se presenta a grandes alturas: la disminución de la presión de oxígeno con la altitud. Este fenómeno es importante porque es la causa de diversos trastornos fisiológicos que se presentan en una persona cuando se encuentra en lugares situados por arriba de los 3000 m sobre el nivel del mar. Tal es el caso de las personas que practican el alpinismo y de las que vuelan en aviones que alcanzan grandes altitudes.

Comprender la forma en la cual la disminución de la presión de oxígeno con la altura influye en el funcionamiento del cuerpo humano es importante, tanto para la medicina del deporte realizado en alta montaña, como para la dedicada a la aviación de gran altura.

Un aspecto importante en el camino para aclarar la forma en la cual la disminución de la presión con la altura, influye en la

salud de un individuo, es poder tener alguna idea cuantitativa de la cantidad de oxígeno de que dispone una persona, en función de la altura a que se encuentre. El curso, en mucho, estará dedicado a establecer una forma de cuantificar el oxígeno de que dispone una persona en función de la altura sobre el nivel del mar a que se encuentre.

El hombre siempre ha intentado conocer la realidad. Para justificar esta actitud se ha recurrido a dos tipos de razones: su propia curiosidad y el imperativo de satisfacer necesidades individuales y colectivas. La primera razón asigna al conocimiento valor por sí mismo, la segunda lo juzga en tanto instrumento utilitario y pragmático hacia fines de carácter práctico. Aún reconociendo el mérito y valor que tiene la curiosidad en sí, la actitud inquisitiva, un aspecto fundamental en este programa es hacer gravitar en las necesidades individuales y sociales el motor que mueve hacia el conocimiento de la realidad como uno de los recursos fundamentales para satisfacer necesidades materiales y que tienen los hombres en todo lugar y tiempo.

Otro aspecto importante de este programa es la forma en la cual se llevará a cabo el estudio de la situación real que se plantea. La forma particular de abordar el estudio de la situación se basa en el reconocimiento de que el aprendizaje de algo, por parte de un individuo, no es otra cosa que el enriquecimiento y reestructuración de la estructura cognitiva original que posee el aprendiz. En este sentido, el estudio de la situación real se realiza en tres momentos: primero se "identifica" en la estructura cognitiva del alumno la conceptualización que tenga acerca de la situación bajo estudio; a continuación el estudiante recuerda o reconstruye los conocimientos necesarios para el estudio de la situación y, por último, el alumno retoma, de nueva cuenta, la situación, con el objeto de integrar, en dicho estudio, los diferentes elementos teóricos indispensables para su explicación o comprensión.

NOCIONES FUNDAMENTALES QUE SE DESARROLLAN EN EL CURSO

Estudiar, aún en forma elemental, el aspecto cuantitativo de la disminución de la presión de oxígeno con la altura, requiere de un gran número de conceptos. Estas nociones pertenecen a áreas del conocimiento tan diversos como la Física, Química, Matemáticas y Biología. Entre tales nociones están las siguientes:

aire	presión parcial	sistema en equilibrio
mezcla	oxígeno	densidad
vapor de agua	nitrógeno	volumen
evaporación	presión	porcentaje
dióxido de Carbono	presión atmosférica	función
ecuación de 1er grado	respiración	ley de las presiones parciales

Muchos de estos conceptos son conocidos por los estudiantes. Sin embargo, durante el curso habrá oportunidad de recordarlos o congruificarlos.

OBJETIVOS TERMINALES DEL CURSO

Al final del curso se pretende que el alumno:

- + haya acrecentado su cultura matemática en lo que esta tiene de lógica y de expresión numérica de la naturaleza;
- + describa el proceso que se sigue para satisfacer alguna necesidad ya sea individual o social;
- + conozca en qué consiste explicar un fenómeno de la naturaleza;
- + comprenda, reconozca y sea consciente de que la explicación de un hecho de la naturaleza se dan términos de conceptos (y relaciones entre ellos) que pertenecen a diferentes áreas del conocimiento, tanto matemáticas como no-matemáticas;
- + reconozca los factores principales que intervienen en la cuantificación de la cantidad de oxígeno de que dispone una persona en función de la altura a que se encuentre;
- + establezca la ecuación que describe la cantidad de oxígeno al volar de que dispone una persona en función de la altura a que se encuentre;
- + reconozca que las alteraciones que se presentan en el llamado "mal de montaña" se deben a la disminución de la cantidad de oxígeno que está respirando una persona;
- + recuerde o adquiera los conceptos, métodos, principios y algoritmos de las diferentes ciencias que se utilizan en la determinación de la expresión que cuantifica la variación de la presión de oxígeno atmosférico con la altura sobre el nivel del mar;
- + conozca un método para el estudio de situaciones concretas.

RELACION DEL CURSO CON LOS ANTERIORES Y POSTERIORES A EL

El presente curso está relacionado con los que con anterioridad el alumno ha llevado en virtud de que la totalidad de conceptos y relaciones entre ellos que se utilizan para abordar la situación, han sido objeto de estudio en la Educación Media Básica. Lo único que se hace en el presente curso es retomarlos para hacerlos converger o integrar, a través de la explicación de un fenómeno de la naturaleza. Con relación a los cursos que con posterioridad el alumno llevará si bien, en general, se pueden mantener independientes entre sí, es probable que los alumnos los perciban y valoren de otra manera en virtud de que han vivido la experiencia de que racionalidades, que se habfan presentado en forma separada, convergen al momento de estudiar alguna situación concreta real. En otras palabras, es muy posible que el alumno no extrapole la experiencia que ha tenido para con sus cursos pasados (por el presente curso, en el sentido de que conjuntamente pueden dar cuenta de una situación real), a aquellos que cursará a futuro.

UNIDADES TEMÁTICAS DEL PROGRAMA

Uno de los instrumentos o recursos fundamentales para la satisfacción de necesidades individuales o sociales es el conocimiento, en general. Sin éste, se puede decir que es prácticamente imposible su satisfacción. En mucho, una justificación que hay para la búsqueda del saber, es el reconocimiento de la función principalísima que desempeña durante el proceso de producir satisfactores de necesidades. En este orden de ideas, el curso se puede resumir a la presentación y análisis de necesidades individuales y sociales para las cuales, al momento de intentar satisfacerlas, es necesario el estudio de la cantidad de oxígeno de que dispone una persona en función de la altura a que se encuentre, tanto como al propio estudio de tal relación funcional. Así las cosas, dos son las unidades temáticas que se abordan en el curso: en la primera se analizan distintas necesidades humanas. En particular aquellas para las cuales es importante cuantificar la cantidad de oxígeno de que dispone una persona en función de la altitud a que se encuentre. La segunda unidad está dedicada al estudio de tal relación funcional y culmina con la deducción de una expresión cuantitativa "adecuada" para tal fin.

UNIDAD I: "EL PAPEL DE LOS CONOCIMIENTOS EN LA SATISFACCIÓN DE NECESIDADES"

Como se dijo anteriormente, uno de los supuestos centrales de este Programa es que los conocimientos se generan, en gran medida, como una respuesta en la búsqueda de satisfacer necesidades humanas. Siguiendo esta orientación, en esta UNIDAD se establece la relación que existe entre la situación concreta a estudiar y la necesidad o necesidades que ayuda a satisfacer. De esta manera se intenta encuadrar, justificar, relacionar y proporcionar elementos para que la propia situación concreta tenga cierto significado para el estudiante.

Los individuos, y la sociedad en su conjunto, presentan un gran número de necesidades. A medida que las sociedades se han tornado cada vez más complejas, las formas de satisfacer necesidades también han ganado en complejidad. Deteniéndonos a considerar lo que ocurre en nuestro entorno, no puede uno dejar de advertir la amplísima variedad de actividades orientadas a satisfacer necesidades individuales y sociales.

En esta UNIDAD se analizan, en forma detallada, diversos procesos que conllevan a la satisfacción de necesidades individuales y sociales. En particular, la gran diversidad de problemas que hubo de solucionar para producir algún satisfactor. Se ponen de relieve los distintos elementos -recursos materiales, económicos, humanos- que son indispensables para la generación de satisfactores. Especialmente se hace énfasis en el trabajo socialmente útil

en el cual, el que lo efectúa, pone en acción todas sus capacidades -conocimientos, habilidades, destrezas y valores- para la producción de bienes y servicios.

En esta UNIDAD, al tiempo que se intenta propiciar el desarrollo de algunas habilidades intelectuales -análisis, observación, relacionar hechos aislados-, se aprende algo relacionado con el mundo que nos rodea. Reflexionar acerca de lo que ocurre en nuestro entorno, observar hechos aislados, pero también identificar las múltiples relaciones que ligan a situaciones en apariencia ajenas, son actividades que propician el desarrollo de capacidades intelectuales como las de análisis, síntesis, establecimiento de correlaciones, que contribuyen a tomar conciencia de lo que ocurre alrededor nuestro, y a percibir la realidad de otra manera.

El estudio de cualquier situación concreta real es posible relacionarlo con la satisfacción de alguna necesidad humana. De esta forma se le proporciona a la situación un contexto humano, social y, por lo tanto, relacionado con la propia existencia del alumno. La situación concreta, como elemento de todo un contexto social estará determinada por la propia dialéctica de lo social, lo cual, además, pone de relieve las múltiples facetas o enfoques de posibles análisis: sociales, económicos, políticos, etc.

Las razones que justifican el estudio de la propia situación están precisamente en el papel que juega en la satisfacción de necesidades humanas, es decir, para la propia vida del hombre: importa porque es útil para la vida humana.

Los aspectos relevantes a desarrollar en esta UNIDAD son los siguientes:

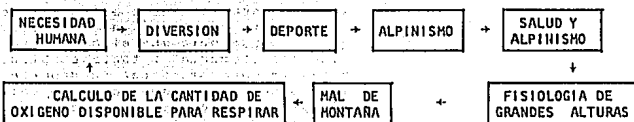
- Reconocimiento y enumeración de la gran cantidad de necesidades que tanto un individuo, como la sociedad en su conjunto, poseen. Se piensa en necesidades como: alimento, casa, vestido, salud, diversión, educación, seguridad personal, trabajo, equilibrio emocional, etc.
- Reconocer las etapas y los elementos que concurren en el proceso social que se sigue para obtener satisfactores (bienes y servicios). Un ejemplo es reflexionar en el proceso, largo y complejo, que se sigue para llevar tortillas a la mesa de un habitante del D.F., los recursos materiales, económicos y humanos involucrados en el proceso, así como el papel que juegan los conocimientos en este ejemplo.
- Como un caso particular de necesidad, analizar la diversión, sus distintos satisfactores y en especial la práctica de los deportes como una de sus formas. Si bien la necesidad de diversión se puede satisfacer de diferentes formas (cine, teatro, juego, lectura, paseo, vacaciones, baile, escuchar música, etc.), una de ellas sobre todo en los ambientes urbanos es la práctica de algún deporte.
- Reflexionar acerca de la práctica del alpinismo. Son diversos

los deportes que como diversión se pueden practicar. Algunos son de práctica generalizada, como el foot-ball y otros bastante raros como es el caso del alpinismo. Aún con lo anterior, para el curso se eligió este deporte porque para él existe bastante bibliografía en relación a la salud y su ejercicio. En esta parte de la UNIDAD se tratan los aspectos que tienen que ver con los recursos o elementos que debe poseer un individuo para poderlo practicar: recursos materiales (equipo adecuado), económicos y humanos. Particularmente, un punto al que habría de dedicarle atención es a los conocimientos que debe poseer el alpinista para poder efectuar una ascensión con un amplio margen de seguridad. Muy especialmente la discusión atenderá la cuestión de los riesgos o peligros a que está expuesta la salud de un escalador y los conocimientos que sobre esto debe poseer. Aunque pueda parecer enfadoso, tal vez sea conveniente repetir (con algún ejemplo), el proceso social que se sigue para que el alpinista pueda tener a su disposición los elementos (tanto en bienes como en servicios) que necesita para practicar su deporte con seguridad. El caso de los conocimientos que sobre su salud debe poseer es un buen ejemplo. Para estos se puede poner de manifiesto el carácter acumulativo que caracteriza a la construcción social de cualquier tipo de conocimiento. En otras palabras, ilustrar de que manera, por un proceso largo y dilatado, se fueron construyendo, socialmente, los conocimientos a los cuales el ahora puede echar mano.

- El "mal de montaña", alteración frecuente en las personas que ascienden a alturas mayores de los 3000 m. Son diversas las alteraciones, tanto fisiológicas como psicológicas, a las que está expuesto un alpinista, cuando asciende a alturas mayores de los 3000 m. Las condiciones ambientales en que se practica el montañismo, así como las características de su propia ejecución, son posibles fuentes de trastornos en la salud del practicante. Reconocer estas e identificar sus posibles causas, son conocimientos útiles porque ayudan, tanto a prevenirlos, como a prescribir un tratamiento adecuado cuando se presenten. En esta parte de la UNIDAD I se discute sobre los diferentes trastornos en la salud de un alpinista deteniéndose especialmente en el denominado "mal de montaña", el cual se debe a la disminución de la cantidad de oxígeno con la altura y que se puede manifestar a través de pequeños dolores de cabeza hasta llegar al extremo de producir la propia muerte.
- Identificación de las causas del "mal de montaña". Sin la clara conciencia de que entre hechos naturales, aparentemente ajenos, puede existir la relación causa-efecto, no es posible un pensamiento científico. Para nosotros ahora es claro que el "mal de montaña" tiene una causa de carácter natural. No creemos que el causante sea algún espíritu que habite las montañas. De esta manera, en esta parte de la UNIDAD se identifica el hecho natural pertinente - la disminución de la cantidad de oxígeno con la altura - con el cual el "mal de montaña" está relacionado, en el sentido, de que bajo ciertas condiciones, (tanto para el alpinista como para la situación de ascenso) si llega a estar presente entonces, necesariamente aparecerá el mal. Y a la inversa, si bajo ciertas condiciones específicas, el mal se presentó, eso quiere decir que la causa ahí se encontraba. Otro aspecto que dentro de esta parte de la UNIDAD se aborda, es el determinar los hechos naturales que de manera primordial están involucrados en el "mal de montaña": la atmósfera terrestre y la respiración humana.
- Necesidad de cuantificar la cantidad de oxígeno con la altura. En este punto de la UNIDAD se trata de poner de manifiesto lo conveniente que sería contar con una cuantificación de la cantidad de oxígeno en función de la altura porque,

de esta forma, no solamente se aporta un argumento más sólido a favor de la explicación del mal, sino que se puede preveer lo que posiblemente ocurra a cierta altura conocida y, en consecuencia, tomar sus providencias. Un aspecto concomitante al anterior es el reconocimiento de que para llegar a establecer la deseada relación cuantitativa, hay necesidad de estudiar con más detalle a la atmósfera terrestre y a la respiración humana.

En síntesis, el siguiente diagrama resume el proceso que se sigue en esta UNIDAD, desde el planteamiento de necesidades humanas, hasta la identificación de la situación concreta por estudiar.



NOCIONES BASICAS DEL TEMA

Las nociones básicas que en esta UNIDAD se desarrollarán son las siguientes:

- necesidad individual y social
- satisfactor de una necesidad;
- proceso para satisfacer una necesidad;
- recurso humano, económico y material;
- conocer en el sentido de "cómo";
- conocer en el sentido de "qué";

OBJETIVOS TERMINALES DEL TEMA

Al concluir el estudio del TEMA, se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

Que el alumno:

- Enuncie el mayor número de necesidades individuales y sociales que sea capaz de reconocer.
- Represente, mediante un diagrama, las diferentes etapas que se siguen en el proceso que lleva a la producción de algún satisfactor.
- Explicar, en forma detallada, la forma en la cual el conocimiento de la disminución de la cantidad de oxígeno con la altura, está relacionada con la satisfacción de alguna o algunas necesidades humanas.
- Ante alguna necesidad muy específica, describa las etapas principales del proceso social que conduce a su satisfacción, señale algunos recursos naturales, humanos y económicos que se utilicen en cada etapa; señale y describa los distintos tipos de conocimientos que se utilizan durante el proceso, así como los trabajos humanos involucrados en el proceso.
- Establezca las distintas relaciones que conducen, desde alguna necesidad humana concreta, hasta la especificación de alguna situación concreta real, social o natural, que haya necesidad de estudiar, pues su conocimiento interviene, en algún momento, en el proceso social que conduce a su satisfacción.

CONTENIDOS DE LA UNIDAD En esta UNIDAD no se trata ningún contenido que pertenezca a cierta área del conocimiento. Los contenidos que se desarrollan son más bien de carácter general, de sentido común y no se ubican dentro de alguna racionalidad específica. No obstante lo anterior, en esta UNIDAD se desarrollan los siguientes conceptos:

Necesidad individual y social	Trabajo socialmente útil
Satisfactor de una necesidad	Conocimiento en el sentido de "qué"
Conocimiento en el sentido de "cómo"	La cantidad de oxígeno en función de la altura y su relación con la práctica del alpinismo.
Proceso social que lleva a producir un satisfactor.	
Recursos humanos, materiales y económicos.	

METODO DE TRABAJO Las actividades de enseñanza-aprendizaje que se utilizan con el objeto de promover los aprendizajes que se proponen en el tema, incluyen los siguientes:

- A Contestar cuestionarios, orales o escritos.
- A Explicaciones del profesor.
- A Elaboración de diagramas geométricos.

CONTESTAR CUESTIONARIOS. Esta actividad se juzga adecuada en virtud de que:

- + Casi la totalidad de contenidos en conceptos, relaciones y algoritmos de Matemáticas, Física, Química, Biología se han enseñado con anterioridad a los alumnos y una forma de traerlos a su memoria es preguntándolos;
- + mediante preguntas es posible dirigir la atención de los alumnos hacia aspectos relevantes del objeto de estudio;
- + obliga al estudiante a dirigir su esfuerzo hacia lo que se está estudiando y lo lleva a participar más activamente en el proceso enseñanza-aprendizaje;
- + es un indicador -con todos sus pros y contras- del grado, finalmente, de información, que un alumno posee;
- + puede ser útil para promover la capacidad de reflexión, de síntesis, de análisis, de poner en juego las capacidades intelectuales de que se dispone.

EXPLICACIONES DEL PROFESOR. Esta actividad, que se trata de minimizar en la propuesta metodológica que se hace, se justifica en virtud de que:

- + en ocasiones hay necesidad de aclarar alguna cuestión que

caó fuera del alcance del grupo; + hay necesidad de remarcar o hacer énfasis en algún aspecto; + en la metodología que se propone, el profesor orienta el proceso enseñanza-aprendizaje;

+ hay la necesidad de señalar extensiones a lo que se está estudiando y que pueden caer fuera del alcance de los alumnos.

ELABORACION DE DIAGRAMAS GEOMETRICOS: Esta actividad se vé justificada por las razones siguientes:

Ayuda a formar representaciones de objetos y hechos que ocurren en nuestro alrededor, sin las cuales no es posible el pensamiento;

+ ayuda a desarrollar habilidades intelectuales como las de análisis, síntesis, abstracción, generalización;

+ ayuda a distinguir los elementos relevantes de los irrelevantes en una situación determinada de acuerdo a intereses específicos;

+ ayuda a la elaboración de modelos teóricos, mentales o materiales que es una finalidad del pensamiento científico.

B: En general, durante el curso, y en particular en este tema, las actividades antes descritas se llevan a cabo en tres formas diferentes: con trabajo individual, por equipos y grupal. Cada una de estas formas tiene alcances y propósitos definidos.

TRABAJO INDIVIDUAL. En mucho, el aprendizaje es algo individual; la decisión de realizarlo, el esfuerzo empeñado, las vivencias y experiencias que se tengan, las características biológicas propias. Por otro lado, si bien la cultura -en el sentido amplio del término- de que se apropia un individuo pertenecen al grupo social en que le tocó vivir, los valores, actitudes, habilidades y conocimientos que posea tienen una vertiente individual.

Trabajar en forma individual ayuda a capacitarnos en la actividad fundamental del hombre: el trabajo socialmente útil.

TRABAJO POR EQUIPOS Y GRUPAL. Estas formas de trabajo son importantes puesto que se está de acuerdo en que el aprendizaje es un proceso eminentemente social. El trabajo colectivo contribuye a desarrollar un pensamiento flexible, que fácilmente procese información,

establezca relaciones y que desarrolle una gran variedad de símbolos mentales. Por otro lado, el trabajo colectivo, si bien no es fácil realizarlo, fomenta y desarrolla valores y actitudes como la responsabilidad social, el compañerismo, la solidaridad, la tolerancia, el antidogmatismo, el respeto al trabajo ajeno y la honestidad intelectual.

Antes de continuar, cabe señalar que:

1° En términos generales, en las actividades enseñanza-aprendizaje que se proponen en este trabajo, a fin de que los estudiantes logren los propósitos del Tema, se procura que el trabajo individual anteceda al trabajo por equipos o grupal. La razón fundamental para esto es, por un lado, que ello es una manera de garantizar la reflexión o el análisis individual y, por otro lado, permite fomentar o inculcar la actitud de discutir con un análisis previo y lograr la claridad, en el alumno, de que dar una respuesta correcta y "defenderla", en mucho depende de la profundidad con la que se haya analizado el punto a discusión.

2° Se considera que los equipos deberán tener un mínimo de cuatro personas y un máximo de seis. Un número mayor o menor de integrantes, por equipo, "empobrecerían" las discusiones que se den en el seno de éste, unos por reducidos y otros por extensos.

La formación de los equipos puede ser voluntaria en unos casos y predeterminada en otros. Aparentemente la primera de ellas es más conveniente que la segunda en virtud de que los estudiantes al escoger las personas con las que van a trabajar (generalmente sus amigos), se crea un ambiente favorable para el trabajo, puesto que, el alumno las conoce, comparte gustos, intereses, inquietudes, en fin, existen lazos amistosos. Sin embargo, si deseamos que nuestros estudiantes valoren a sus semejantes no por la raza, el color, el físico, el vestido o la posición económica sino por sus valores humanos, un primer obstáculo a vencer, es que ellos se den cuenta que es posible trabajar "a gusto" con personas inclusive diametralmente opuestas a ellas en los aspectos anteriormente señalados. Por lo que no es nada recomendable que siempre se formen

equipos de manera voluntaria, pues esto, no sólo impide la integración del grupo como tal sino que, agudiza el sectarismo tan marcado en la mayoría de los grupos. Formar equipos de una manera predeterminada por ejemplo, si son cuarenta alumnos "enumerar los del uno al diez" tantas veces sea necesario hasta que todos tengan asignado un número, para que posteriormente trabajen los "unos" con los "unos", "los doses con los doses", etc; es un procedimiento que si bien no garantiza la integración total del grupo, al menos permite que todos trabajen con todos mínimamente una vez durante el curso. Con esto se pretende lograr, al menos, que cuando un alumno se refiera a otro lo haga por su nombre y no por "señas" como es lo más común.

C. En los dos apartados anteriores se ha expuesto tanto el tipo de actividades que se efectuarán durante el desarrollo del Tema, como las formas de llevarlas a cabo. Ahora corresponde especificar cuál es el procedimiento que se sigue para revisar el trabajo realizado por los estudiantes.

Las preguntas que el profesor formula a los alumnos, bien sean orales o escritas, primero se contestan individualmente; en ocasiones, las respuestas dadas por cada estudiante se discuten por equipo e invariablemente para finalizar se procede a la discusión grupal. Esto último, es el medio que se utiliza para la revisión del trabajo individual y por equipo; cuando la actividad consiste en contestar cuestionarios bien sean orales o escritos. La manera de llevarse a cabo es, en términos generales, la siguiente:

Si a la discusión grupal únicamente le antecede el trabajo individual, finalizado éste, el profesor solicita a un alumno lea su respuesta a la pregunta en cuestión y, la somete a consideración del grupo, de tal suerte que éste, en su conjunto, establezca la respuesta correcta, bien sea ratificando o rectificando la dada oralmente por uno de sus integrantes. Este procedimiento se sigue para cada una de las preguntas que el profesor haya formulado tanto en forma oral como escrita.

II. Cuando después del trabajo individual se continúa con la discusión por equipo, una vez concluida ésta, se procede a la discusión grupal. Para lo cual, cada equipo nombra un representante. Este, por petición del maestro, lee las conclusiones a las que llegó su equipo. Aclarando en su participación cuáles fueron los puntos tanto de acuerdo como de desacuerdo. Después de conocer las diferentes conclusiones a las que llegaron los equipos, a los que se les concedió la palabra, y plantear las discrepancias y coincidencias de éstos, se procede a llevar a cabo la discusión grupal para aclarar sobre todo las cuestiones en las que no hubo acuerdo general, de tal manera que al finalizar la actividad se tengan las conclusiones generales sobre la(s) pregunta(s) formulada(s).

Llevar a cabo esta discusión, además de que enriquece la ya realizada en los equipos, es el mecanismo que se utiliza para "unificar" tanto las respuestas como los conocimientos que se van adquiriendo.

Los trabajos escritos, por lo general resúmenes, son entregados al profesor para que éste, fuera de clase, los revise, haga las correcciones y observaciones pertinentes y los entregue a la brevedad posible.

La forma en que se revisan los tipos de actividades que no han sido considerados en este apartado, se explicita en las ACTIVIDADES que hacen uso de ellos.

CONTENIDO INSTRUMENTAL Para llevar a cabo las actividades en este tema, se hace uso, fundamentalmente, de cuestionarios, orales y escritos, elaborados por el profesor.

EVALUACION.

Una de las características propias de la educación institucionalizada, es asignar una calificación a los estudiantes a efectos de promoción o no promoción. Lo anterior debe realizarse para todos y cada uno de los cursos que el Plan de Estudios, de la institución, contempla. Sin embargo, como es sabido, el curso que en estas páginas se propone es extracurricular. De aquí que,

el profesor que lo imparte no está obligado a asignarle una calificación, con fines de acreditación, a los alumnos que a él asisten. Esta es la razón fundamental por la cual la evaluación sumativa queda excluida de este curso, y en particular del tema que ahora nos ocupa.

Lo realmente importante en este tema, como en el siguiente, es el igual que en cualquier otro, aún de un curso obligatorio, es detectar, a fin de superar, las dificultades con las que el alumno se está enfrentando, los errores que está cometiendo y el aprovechamiento que está teniendo, con el objeto de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en un momento en que todavía sea factible hacerlo. Dado, este supuesto, la evaluación que se llevará a cabo en este tema, para comparar lo que el alumno va logrando o ha logrado, con lo que se espera alcance, es la evaluación formativa durante el desarrollo de las actividades. Para realizarla, el maestro considera, entre otras cosas, las respuestas orales o escritas que el estudiante da a sus preguntas, las preguntas que formula y los argumentos que utiliza para fundamentar una posición.

UNIDAD II: "LA FISIOLÓGIA DE LAS GRANDES ALTURAS"

En esta segunda UNIDAD se estudian algunos aspectos de la atmósfera terrestre y de la respiración humana que guardan estrecha relación con la cantidad de oxígeno de que dispone una persona en función de la altura, sobre el nivel del mar, a que se encuentre.

Como se dijo en la introducción de este Programa, la descripción cuantitativa de la cantidad de oxígeno a diferentes alturas se lo gra gracias al concurso de contenidos cognitivos provenientes de la Física, Química, Biología, Fisiología, Geografía y Matemáticas.

En esta UNIDAD se realizan fundamentalmente tres cosas: se Identifican los elementos científicos relevantes para la situación, se lleva a cabo su recordatorio o aprendizaje de manera aislada y se integran tales conocimientos al deducir la ecuación que describe cuantitativamente la situación.

En el desarrollo de esta UNIDAD se pone de manifiesto como la descripción cuantitativa de una situación concreta real no puede llevarse a cabo sólo con matemáticas, sino que reclama, necesariamente, de otras ramas del conocimiento. Es más, se deja en claro como primero se debe tener una descripción cualitativa (en términos científicos no-matemáticos) y con posterioridad tal descripción se lleva a una forma cuantitativa a través del uso de conceptos cuantitativos adecuados.

Hay que reconocer la complejidad de la situación elegida. Complejidad que se pone de manifiesto, de manera clara, por la cantidad de conceptos involucrados y la diversidad de áreas de que provienen. Sin embargo, al hacer una revisión de los libros de texto para las distintas asignaturas que se cursan en la Educación Media Básica, se encuentra que la gran mayoría de contenidos requeridos para llegar a la descripción cuantitativa de la situación ya se han cubierto. Naturalmente que cabe la duda de que si el estudiante realmente los ha asimilado.

NOCIONES BÁSICAS DE LA UNIDAD II

En esta UNIDAD se desarrollan algunas nociones básicas sin las cuales no se podría comprender, aún a nivel elemental, la descripción cuantitativa de la cantidad de oxígeno en función de la altura. Entre tales nociones están las siguientes:

- Atmósfera terrestre, su composición y proporción de cada componente.
- Gases que están presentes en un alveolo pulmonar.
- Ley de las presiones parciales.
- Condición de equilibrio para un sistema mecánico.
- Función.
- Ecuación de primer grado.
- Porcentaje.

OBJETIVOS TERMINALES DE LA UNIDAD II

Los OBJETIVOS que se pretenden alcanzar al concluir el estudio de la UNIDAD, son los siguientes:
Que el alumno:

- Incremente su comprensión de las matemáticas como expresión numérica de un fenómeno de la naturaleza.
- Estructure una serie de nociones, relaciones y métodos, provenientes de diferentes racionalidades, para comprender la formulación cuantitativa de la cantidad de oxígeno en función de la altitud.
- Identifique los principales hechos que influyen en la cantidad de oxígeno alveolar a diferentes alturas.
- Deduzca la ecuación que describe cuantitativamente la cantidad de oxígeno alveolar a diferentes alturas.
- Interprete funciones expresadas en forma de tablas.
- Calcule el tanto por ciento de una cierta cantidad.
- Calcule el % que una cantidad es de otra.
- Calcule valores numéricos a partir de la expresión algebraica que representa la cantidad de oxígeno alveolar en función de la altura.
- Describa y represente gráficamente las diferentes componentes de la atmósfera y la proporción en que se encuentran cada uno de ellos.
- Construya algún modelo analógico que represente a la atmósfera terrestre.

- Describa en forma elemental en qué consiste la respiración humana.
- Describa, desde el punto de vista mecánico, el intercambio gaseoso entre la atmósfera y el aparato respiratorio.
- Represente gráficamente los principales elementos en el sistema toma atmósfera terrestre-aparato respiratorio.
- Aplique conceptos físicos, químicos y biológicos al explicar el mecanismo de intercambio gaseoso entre la atmósfera y el aparato respiratorio.
- Explique el "mal de montaña".

CONTENIDOS DE LA UNIDAD II

Los contenidos que se tratan en esta UNIDAD son los siguientes:

GEOGRAFIA

Atmósfera terrestre.

- . Composición
- . % de cada componente.
- . Dimensiones.
- . Características físicas elementales.
- . Importancia para la vida humana.

FISICA

- . Generalidades de los gases.
- . Presión.
- . Volumen.
- . Ley de las Presiones Parciales.
- . Equilibrio de un sistema mecánico.

QUIMICA

- . Propiedades elementales del oxígeno, bióxido de carbono, vapor de agua.

BIOLOGIA

- . Aparato respiratorio humano.
- . Función respiratoria.
- . Mecanismo de la respiración.

MATEMÁTICAS

- . Relación cuantitativa.
- . Concepto de función.
- . Representación de una función como tabla, gráfica y ecuación.
- . Porcentaje.
- . Ecuación de primer grado.

LOGICA

- . Relación causal.

PRERRQUISITOS: En forma general y rigurosa se puede decir que los prerrequisitos necesarios para el estudio de este tema están formados por un conjunto de aprendizajes que fueron adquiridos por los estudiantes en el ciclo medio básico. Sin embargo, el tratamiento del tema, está pensado suponiendo que los estudiantes no han alcanzado tal grado de desarrollo, de tal suerte que si el alumno presenta deficiencias en algunos contenidos, se realizan las actividades que se consideran adecuadas para superarlas.

METODO DE TRABAJO: Las actividades de enseñanza-aprendizaje que se utilizan con el objeto de promover los aprendizajes que se proponen en el tema, incluyen los siguientes:

- * Contestar cuestionarios, orales o escritos.
- * Lectura de textos.
- * Trabajos escritos, por lo general resúmenes.
- * Realización de experimentos.
- * Elaboración de diagramas o modelos geométricos o materiales.
- * Explicaciones del profesor.

CONTESTAR CUESTIONARIOS, ORALES O ESCRITOS. Las razones que justifican el uso de esta actividad en el desarrollo del Tema II, son las mismas que se argumentaron a favor de su empleo en el Tema I.

LECTURA DE TEXTOS. Las razones que justifican la práctica de esta actividad son:

- + Realizada, con cierto método, ayuda a desarrollar las habilidades de abstracción, de síntesis y de análisis;
- + permite integrar aspectos diversos en un todo coherente;
- + pone al alcance hechos o situaciones de difícil acceso por otros medios;
- + es uno de los medios más poderosos de obtener conocimientos.

TRABAJO ESCRITOS, POR LO GENERAL RESUMENES. Se recurre a esta actividad porque:

- + Se reconoce que la escritura es una forma fundamental de comunicación para alguien que tiene algo que decir;

- + permite desarrollar la capacidad de análisis y síntesis, al integrar en un todo coherente, elementos diversos;
- + desarrolla la capacidad de auto-crítica, en el sentido de que, por lo general, cuando se escribe se es más cuidadoso que cuando se habla.

REALIZACION DE EXPERIMENTOS. En este punto hay necesidad de hacer una aclaración que se juzga pertinente: cuando acá se habla de experimentos no se está pensando en el sentido y fines con que éstos se realizan en una clase de física. Se trata más bien, de repetir hechos o fenómenos naturales un tanto simples de explicar. Un ejemplo: tomar refresco con un popote.

Entre las razones a favor de esta actividad, se pueden enumerar las siguientes:

- + Proporciona un contenido a las ideas que se estudian;
- + ayuda a desarrollar algunas características del pensar científico, como son: observación, curiosidad, capacidad de maravillarse, capacidad de análisis, capacidad de establecer relaciones causales;
- + permite relacionar la teoría con la experiencia;
- + ayuda a desarrollar una actitud racional hacia lo que nos rodea.

ELABORACION DE DIAGRAMAS O MODELOS, GEOMETRICOS O MATERIALES. Las razones que justifican el uso de esta actividad en el desarrollo del Tema II, son las mismas que se argumentaron a favor de su empleo en el Tema I.

EXPLICACIONES DEL PROFESOR. Las razones que justifican el uso de esta actividad en el desarrollo del Tema II, son las mismas que se argumentaron a favor de su empleo en el Tema I.

En general, durante el curso, y en particular en este tema, las actividades antes descritas se llevan a cabo en tres formas diferentes: con trabajo individual, por equipos y grupal. Cada una de éstas tiene alcances y propósitos definidos, que han sido enumerados en la parte correspondiente al Tema I, por lo cual, no se considera pertinente insistir, de nueva cuenta, en ellos.

CONTENIDO INSTRUMENTAL Para llevar a cabo las actividades en este tema, se hace uso, fundamentalmente, de cuestionarios, orales y escritos, elaborados por el profesor, textos seleccionados de libros y revistas y transparencias o filmas. En aquellas actividades dedicadas a la realización de experimentos o modelos, los ensayos e instrumentos que se requieren para ello, se especifican en el lugar correspondiente.

EVALUACION

En la primera parte de este Capítulo se aclaró que el medio que se utilizaría, en el Tema I, para comparar lo que el alumno iba logrando o había logrado con lo que se esperaba alcanzara, sería la evaluación formativa. Al mismo tiempo, se explicitaron las razones de ello, y se enunciaron los instrumentos que se emplearían para tal fin. Para el presente Tema, son válidas las consideraciones hechas para el Tema I. Sin embargo, hay que aclarar el uso que, en el Tema que ahora nos ocupa, se hace de la evaluación diagnóstica, que no estuvo presente en el tema anterior.

La planeación del Tema II se ha realizado suponiendo que los estudiantes carecen de los prerrequisitos necesarios. Pero bien puede ocurrir que éste no sea el caso: recuérdese que la

mayoría de contenidos que se utilizan, se abordaron en la educación Secundaria. Por lo anterior, es necesario que el profesor recurra a una evaluación diagnóstica con el objeto de efectuar las modificaciones pertinentes a la planeación elaborada.

En teoría es posible diagnosticar actitudes valores y conocimientos. Sin embargo, se reconoce la enorme dificultad de evaluar los dos primeros aspectos, y en consecuencia, la evaluación diagnóstica que se realiza en el Tema II sólo tiene que ver con el tercer aspecto.

Finalmente, sólo resta mencionar que el instrumento que se emplea, fundamentalmente, para llevar a cabo la evaluación diagnóstica a que se hace referencia, son pequeños cuestionarios escritos que el alumno contesta, en forma individual, al inicio de las actividades que abordan conceptos importantes relacionados con la Fisiología de las Grandes Alturas.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y MATERIALES DIDACTICOS PARA DESARROLLAR LOS TEMAS I Y II DEL PROGRAMA

INTRODUCCION

En este Capítulo se describen las actividades de aprendizaje que se piensa son adecuadas para que los estudiantes alcancen los objetivos planteados en las Unidades Temáticas que integran el Programa. Además de lo anterior, en este apartado aparecen los materiales didácticos elaborados o adaptados con la finalidad de que los alumnos los utilicen al realizar las diferentes actividades de aprendizaje. De manera muy general se puede decir que entre éstos se encuentran: contestar cuestionarios y realizar lecturas. Las formas de trabajo para las actividades anteriores incluyen trabajo individual, por equipos y grupal y los materiales didácticos utilizados son cuestionarios y lecturas.

Si bien las actividades aparecen en número y orden que se juzgan adecuadas, es muy posible que al organizar las diferentes sesiones de clase, el orden y número por realizar se vea modificado tomando en consideración el tiempo con que se cuente y la situación particular del grupo.

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y MATERIALES DIDACTICOS PARA EL TEMA I

INTRODUCCION En una serie de 13 actividades, los alumnos, a partir de sus vivencias y experiencias personales, reflexionan, contestan cuestionarios y discuten acerca de las necesidades que la vida plantea a un individuo, sobre su satisfacción y los problemas que ella origina, así como el papel que en la solución de estos últimos desempeñan el trabajo humano y los conocimientos.

La segunda y tercera actividad están encaminadas a mostrar y aclarar una gran diversidad de necesidades que el hombre tiene que satisfacer, así como una primera clasificación de ellas en términos del lugar y tiempo en que se vive. La cuarta actividad exhibe de manera simple, parte del proceso que se sigue en la satisfacción de una necesidad en particular. En la quinta actividad se reconocen, explícitamente, dos elementos fundamentales para la solución de problemas que se presentan en la satisfacción de necesidades: el trabajo humano y los conocimientos. Al mismo tiempo se introduce una clasificación elemental de los problemas en base a la naturaleza de su solución, y en consecuencia, del tipo de conocimientos que las soluciones requieren. Por otra parte, se muestra el hecho de que a medida que los procesos, para satisfacer necesidades, aumentan en complejidad requieren, para su realización, de un trabajo humano cada vez más especializado. Finalmente, las actividades restantes están orientadas a que, utilizando un método de análisis semejante al llevado a cabo hasta ahora, se delimite un problema en particular, cuya solución contribuya a la satisfacción de una necesidad, y que es el objeto de estudio en el Tema II.

ACTIVIDAD 1-1 PRESENTACION DEL CURSO.

Al inicio de la primera sesión de trabajo, y después de una breve presentación de los integrantes del grupo, el profesor explica a los alumnos los siguientes aspectos del curso:

- * Propósitos.
- * Distintas formas de trabajo.
- * Responsabilidad de los integrantes del grupo.

* Recursos necesarios.

* Evaluación.

ACTIVIDAD 1-2

IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS.

Los propósitos de esta actividad son que los estudiantes reconozcan:

- El mayor número posible de necesidades que posee un individuo, y la sociedad en su conjunto así como la variación que éstos presentan en el tiempo y lugar en que se viva.
- La prioridad que en su satisfacción tienen unas necesidades sobre otras.

Para tal fin, el profesor, entrega a los estudiantes un cuestionario que será resuelto de manera individual y de acuerdo a las experiencias y vivencias de los alumnos. El cuestionario es el que a continuación se transcribe:

CUESTIONARIO I-1

Necesidades de un individuo.

En todo tiempo y lugar el hombre para subsistir ha tenido que satisfacer una serie de necesidades. En un principio, sólo aquellas que garantizaran su so breviencia. Por otro lado, al tiempo en que la or ganización social se hace más compleja aparecen - nuevas necesidades, pero al mismo tiempo surgen - formas más eficaces de resolverlas. La actividad - fundamental en que se basa la satisfacción de nue stras carencias es el trabajo socialmente útil.

El propósito de la actividad que a continuación - realizas, es el que reflexiones acerca de las ne cesidades individuales y colectivas que se deben - satisfacer para poder sobrevivir y coexistir en un - grupo social. Para ello, lee con atención las

siguientes preguntas y contéstalas en el espacio correspondiente.

1. Enuncia el mayor número posible de necesidades que tienes en este momento.

RESPUESTA.

2. Con respecto a la satisfacción de las necesidades enunciadas en la pregunta anterior, ordena las de acuerdo a la prioridad que a su satisfacción le atribuyas.

RESPUESTA.

3. Las necesidades que un individuo tiene en un momento determinado, al correr del tiempo pueden algunas mantenerse, otras desaparecer o surgir nuevas. Enumera las necesidades que consideres tendrás dentro de ocho o diez años.

RESPUESTA.

4. Menciona lo que consideres fueron necesidades para tus abuelos cuando ellos tenían tu edad.

RESPUESTA.

5. En la Ciudad de México viven aproximadamente - veinte millones de habitantes, de los cuales - alrededor del 40% son jóvenes como tú, que los vemos en el metro, parados en las esquinas y - dedicados a diversas actividades. Las necesidades de estos jóvenes, ¿son completamente diferentes a las que tú tienes?. Justifica tu respuesta con ejemplos.

RESPUESTA.

6. ¿Consideras que las necesidades que poseen los jóvenes de tu edad son independientes del lugar donde residan? Justifica tu respuesta con ejemplos.

RESPUESTA:

ACTIVIDAD 1-3

DISCUSION GRUPAL DEL CUESTIONARIO 1-1

La revisión, discusión y obtención de conclusiones del cuestionario anterior se efectúa de la siguiente manera:

- Para registrar las respuestas que el grupo da a las cuatro primeras preguntas, el profesor entrega, a cada alumno, tres formatos iguales al que a continuación se reproduce.

ALUMNO

Necesidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

- Las respuestas a las preguntas uno y dos que los diferentes miembros del grupo han obtenido, se registran en uno de los formatos anteriores de la siguiente manera: cada alumno es interrogado por el profesor, y al contestar lo hace en voz alta de tal manera que él y los restantes miembros del grupo, tengan oportunidad de anotar, tanto la necesidad identificada como la prioridad que se le asignó. Para esto último previamente el profesor les indica a los estudiantes que la prioridad la establezcan haciéndole corresponder a

- sus necesidades ya gerarquizadas, números ordinales crecientes.

En forma parecida a la anterior, se concentran las respuestas a las preguntas tres y cuatro utilizando para cada una de ellas un formato. La única diferencia que existe con lo realizado anteriormente, es que ahora en lugar de registrar la prioridad, los estudiantes anotan, con una cruz, el hecho de que algunos de sus compañeros hayan reconocido como tal una necesidad en particular. Cabe aclarar que al momento en que los estudiantes enuncian sus necesidades, en la hoja de registro solamente se anotan en ellas aquellas que previamente no hayan aparecido.

Por diferentes razones puede ocurrir que haya discrepancia entre las necesidades identificadas por los miembros del grupo. Cada uno de ellos puede esgrimir razones a favor de lo que ha hecho o en contra de lo que ha registrado como producto del trabajo de sus compañeros. Por esta razón se abre una etapa de discusión acerca de las diferencias que hayan aparecido, la que concluye al momento en que ya no haya estudiantes que deseen intervenir. Una vez formuladas y escuchadas las razones de los compañeros que intervinieron, el profesor pregunta al grupo por si hay alumnos que después de escuchar a sus compañeros deseen hacer alguna modificación a la respuesta que originalmente dieron, y que si éste es el caso lo hagan en voz alta con el objeto de que los restantes miembros del grupo registren la modificación.

- Hención especial se merece el hecho de que si al llevar a cabo la identificación de las necesidades, por parte de los alumnos, no apareciere el deporte como una de ellas, el profesor "conducirá" al grupo, mediante preguntas, a que sea establecido.

- La discusión y corrección de las respuestas dadas a las preguntas tres y cuatro se efectúa en forma similar a la anteriormente descrita.

La revisión de las respuestas dadas a las preguntas cinco y seis se realiza de tal forma que al ir contestando los alumnos, el profesor ordena la respuesta de manera que se vea claro que las necesidades que un joven posee dependen de dónde vive, a qué se dedica, su estado civil y sus responsabilidades familiares.

- Se discuten las diferentes respuestas emitidas por los

Integrantes del grupo con la intención de aclarar las discrepancias que hayan aparecido.

- Cuando se han revisado y discutido las respuestas de las seis preguntas del cuestionario, el profesor indica a los alumnos que reflexionen acerca de las respuestas dadas con el objeto de que obtengan de ellas las conclusiones que consideren pertinentes. Se les otorga un lapso de aproximadamente quince minutos para que, trabajando en equipo, discutan y establezcan sus propias conclusiones, las cuales formularán mediante breves enunciados.
- Transcurrido el tiempo, los diferentes equipos, por medio de su representante, leen sus conclusiones y el profesor las anota en el pizarrón. Se abre un espacio de discusión con la finalidad de que los estudiantes que deseen intervenir para justificar o debatir las opiniones emitidas lo hagan. Con esta discusión se intenta que el grupo llegue a establecer, por consenso, conclusiones como las siguientes:
 - * Hay necesidades comunes a todos los individuos.
 - * Hay discrepancia en las necesidades que un individuo tiene con el correr del tiempo.
 - * La actividad a la que se dedique un individuo, así como su edad, lugar de residencia, estado civil y responsabilidades familiares, son causas de diferencias en sus necesidades que presente.
 - * Hay necesidades comunes a todos los individuos y que son independientes del tiempo.

ACTIVIDAD 1-4

PROCESO PARA SATISFACER UNA NECESIDAD

En la actividad anterior se identificaron distintas necesidades cuya satisfacción garantiza la existencia de un individuo. La satisfacción se logra cuando se dispone de un conjunto de bienes y/o servicios. Hay que hacer notar que cuando se registraron las distintas necesidades éstas se hicieron de manera general. Así, se habla de la necesidad de "alimento", sin especificar alguno en particular. Por otra parte, en la actualidad, la organización de la sociedad es a tal grado compleja que poner a la disposición de un individuo los satisfactores que requiere, se alcanza

mediante procesos extremadamente intrincados : contar con un par de zapatos involucra todo un conjunto de acciones y recursos para tenerlos.

Dos son los objetivos de esta actividad :

- Que los estudiantes identifiquen para una necesidad en general, la diversidad de satisfactores que existen para remediarla.

- Que los alumnos reconozcan, lo mejor posible, las etapas inmersas en el proceso que se sigue para disponer de algún satisfactor, en especial,

Una forma que se considera adecuada para alcanzar los propósitos anteriores es la discusión grupal dirigida por el profesor.

ACTIVIDAD 1-4-1. Para el primer propósito, la discusión la inicia el profesor aclarando que las necesidades son para satisfacer y que esto se logra por medio de lo que se conoce como bienes o servicios. Es conveniente que muestre la diferencia entre ellos por medio de ejemplos. A continuación, el maestro da a los estudiantes la siguiente instrucción :

"...en la actividad anterior ustedes han identificado algunas de sus necesidades. Nos toca ahora reflexionar sobre los satisfactores que son indispensables para una en particular. Lo que hagamos con ella, se puede hacer para las otras que se han enunciado. Ve-tengámonos, por ejemplo, en la necesidad de alimentarnos. Se trata de reconocer un buen número de sus satisfactores. En tal sentido, cada uno de ustedes proponga uno de ellos y yo lo anoto en el pizarrón ..."

ACTIVIDAD 1-4-2. Una vez finalizada la parte anterior, el profesor interviene para principiar la experiencia que conlleve al segundo propósito de esta actividad. La intervención del maestro es más o menos como la siguiente :

"...acabamos de elaborar un listado de satisfactores para la necesidad de alimentarnos. Para un habitante de la Ciudad de México es 'relativamente fácil' hacerse de ellos : basta con tener el dinero suficiente, ir al mercado, al super o al tianguis y comprarlos. De esta manera, a su mesa llegan frutas, verduras, carnes, lácteos, dulces, etc. Algunas veces, aún envueltas las frutas en el papel de china

que se utilizó en el embalaje que la protege al ser transportada desde Baja California. Acostumbrados como estamos a esta forma de adquirir la mayoría de nuestros satisfactores, muy pocas veces nos detenemos a considerar el tiempo, los recursos y el trabajo empleados en su producción y distribución para su consumo. Sin embargo, para nosotros es importante reconocer el proceso que siguen los satisfactores que utilizamos ya que el propósito fundamental de nuestro curso está estrechamente relacionado con la solución de problemas que la realidad plantea. Por tal razón, y a manera de ejemplo, en esta segunda experiencia elijamos un alimento en particular, a saber, la tortilla, base de la alimentación para muchos millones de habitantes de nuestra ciudad, y ustedes enunciarán los elementos o factores que intervienen en el proceso que culmina con su adquisición en la tortillería. Cada uno de ustedes ponga algún elemento de este proceso que yo anotaré en el pizarrón.

El listado que se obtiene de esta experiencia se utiliza posteriormente con varios propósitos que requieren que sea lo más exhaustivo posible.

A continuación se ejemplifica, con brevedad, la forma de construcción de tal listado. Primero, se determinan "todos" los elementos necesarios para la elaboración y venta de las tortillas y en seguida se hace lo mismo para uno de los elementos antes encontrados, y en forma análoga se realiza la determinación de los elementos indispensables para uno de los subsecuentes. A continuación se mencionan lo que se considera fundamental para la producción y venta de tortillas, así como para la elaboración y distribución de la masa que es apenas el primer componente del primer listado. Con esto se puede uno formar una idea de lo intrincado que es el proceso que en la actualidad se sigue para proveer de tortillas al Distrito Federal. Algo parecido ocurre para cualquier otro satisfactor que necesitamos.

ETAPAS QUE INTERVIENEN PARA EL SUMINISTRO DE TORTILLAS EN EL DISTRITO FEDERAL.

* Elaboración y venta de la tortilla.

Masa mano de obra agua potable maquinaria gas

energía eléctrica, mantenimiento de la máquina, artículos de limpieza, licencias para el funcionamiento, local, movillario, capital, extinguidor, papelería, báscula.

● PRODUCCION DE MASA

maíz, agua, molino, cal, local, grasa, capital, báscula, movillario, extinguidor, licencias, funcionamiento, energía eléctrica, mantenimiento de la máquina, sistema de cocción del maíz, tela para envasar la masa, artículos de limpieza.

● MANO DE OBRA

ACTIVIDAD 1-5 ALGUNOS ASPECTOS DEL PROCESO PARA SATISFACER UNA NECESIDAD

En la actividad anterior se enumeraron los distintos elementos que hacen factible la elaboración y venta de tortillas en el Distrito Federal. Se identificaron un total de 15. Es posible hacer lo mismo para cada uno de ellos, y esto se ha ejemplificado para el caso de la masa. Para este último se tienen 17. En otras palabras, la elaboración de tortillas requiere 15 condiciones y

cada una de ellas un número similar, y estas últimas tendrán otras y éstas a su vez otras y así sucesivamente. Como se ve es un proceso extremadamente complejo.

El primer propósito de esta actividad es introducir una representación gráfica que ponga de manifiesto, de manera clara, lo intrincado que es la satisfacción de una necesidad en una sociedad moderna.

Al momento en que a un individuo se le presenta una necesidad, aparejada con ella surge un problema: cómo satisfacer la necesidad. De esta forma, en cada etapa que integra el proceso que lleva a la satisfacción de una necesidad pueden estar presentes uno o más problemas. El segundo propósito de esta actividad es que el estudiante reconozca en cada etapa que conlleva a la satisfacción de una necesidad:

- a. Los problemas que se deben resolver.
- b. El hecho de que los problemas anteriores se resuelven, en parte, gracias al trabajo humano.
- c. Los distintos trabajos especializados que se requieren en todas y cada una de las etapas del proceso.
- d. El papel que los conocimientos desempeñan en la solución de los problemas anteriores.
- e. La existencia de problemas cuya solución consiste en realizar algo de cierta manera.
- f. La existencia de problemas cuya solución consiste en justificar un hecho, un suceso o un comportamiento en especial.

Un tercer propósito en esta actividad es que los estudiantes reconozcan que llevar a cabo procesos como los anteriormente descritos sólo pueden realizarse gracias a una muy desarrollada división del trabajo, viable en una sociedad altamente estructurada. En otros términos, trátase de que los estudiantes se den cuenta de que proveer de tortillas al Distrito Federal es algo que solamente la sociedad en su conjunto puede realizar.

ACTIVIDAD 1-5-1. DIAGRAMA PARA REPRESENTAR EL PROCESO SEGUIDO EN EL ABASTECIMIENTO DE TORTILLAS AL DISTRITO FEDERAL. Para alcanzar el primer propósito, el profesor inicia la discusión en una forma parecida a la siguiente:

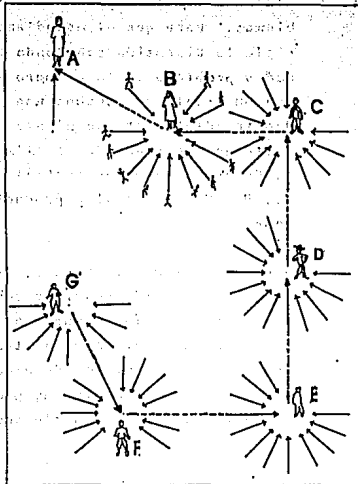
"...cuando un ingeniero civil da las instrucciones a su maestro de obras para la construcción de una-

..... casa, lo hace entregándole un plano. ¿Por qué lo hace de esta forma y no mediante un texto?]

Después de que algunos alumnos responden a esta pregunta y sus opiniones se discuten grupalmente, se llega a la conclusión de que el ingeniero da las instrucciones mediante un plano en virtud de las características que tiene dicha representación: sintetiza gran cantidad de información, no presenta las ambigüedades propias de la expresión oral, muestra de conjunto las características de la obra completa en una forma estructurada.

A continuación el profesor hace ver a los alumnos que las ventajas observadas para el caso del plano, se pueden obtener en una representación gráfica del proceso, que se sigue para suministrar tortillas al D.F. y que si bien tal representación no tiene las aplicaciones técnicas de un plano, nos permite observar con claridad algunas características del proceso.

En seguida, el profesor construye en el pizarrón, la representación que a continuación se muestra para el proceso antes mencionado, explicándole a los alumnos el significado de los símbolos



utilizados y la forma de construirla al momento de hacerla.

La representación anterior se inicia en la parte superior izquierda utilizando tres símbolos :



Representa a la persona que tiene una cierta necesidad. Así, la persona A tiene necesidad de tortillas, la B de producir tortillas, la C de producir masa, la D de producir maíz, la E de producir semillas para siembra y la F de producir conocimientos.



Representa las necesidades que tiene cada persona ya sea consumidor o productor.



Representa una necesidad en particular de la cual se hace responsable un cierto individuo. Así, el individuo productor de masa (C) tiene un total de 17 necesidades, una de las cuales es contar con maíz, de cuya satisfacción se encarga el individuo D.

ACTIVIDAD 1-5-2-a / ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO SEGUIDO EN EL ABASTE CIMIENTO DE TORTILLAS EN EL D.F. Para satisfacer la necesidad de tortillas que tiene el D.F. se deben resolver una multiplicidad de problemas. Para que el estudiante se percate de esto, el profesor principia la discusión señalando la diferencia que existe entre necesidad y problema : lo primero es una carencia, su satisfacción plantea un problema. Cuando una persona reconoce que tiene una necesidad inmediatamente se plantea como problema su satisfacción : "... tengo necesidad de tortillas. ¿Cómo me avengo de ellas? ". "... Necesito elaborar tortillas. ¿Qué necesito y cómo lo obtengo? ...". "... Necesito producir masa. ¿Qué necesito y cómo lo obtengo? ...".

A continuación, el maestro, sirviéndose del esquema desarrollado con anterioridad, describe con amplitud las distintas necesidades que tienen los individuos A, B, C, D, . . . , así como los problemas que enfrentan al tratar de satisfacerlas y que, o las resuelven ellos mismos de alguna manera, o alguien se las proporciona. Puede ser que algunos problemas sean muy simples, pero en todo el proceso aparecen algunos extremadamente complejos.

ACTIVIDAD 1-5-2-b. TRABAJO HUMANO. Cuando se ha mostrado que a lo largo del proceso que lleva a la satisfacción de una

necesidad, existe una diversidad de problemas, el profesor señala que uno de los elementos importantes en la solución de éstos es el trabajo humano. Debe quedar claro, y esto será objeto de explicación del profesor, que si bien para solucionar una dificultad se puede necesitar materias primas, maquinarias, etc., es imprescindible el trabajo del hombre. En este contexto, el profesor recuerda a los alumnos, que en el futuro, ellos se incorporarán al mercado de trabajo, en donde, como lo muestra el diagrama, su finalidad será contribuir a la solución del problema que ellos elijan, y que apunta a la satisfacción de alguna necesidad.

ACTIVIDAD 1-5-2-c. TRABAJOS ESPECIALIZADOS. En estrecha relación con el punto anterior, el maestro, sirviéndose del multicitado diagrama, ejemplifica diversos problemas que son cualitativamente distintos: no es lo mismo cultivar maíz que darle mantenimiento a un tractor, así como ambos son distintos al problema de determinar las características que deberá tener un maíz de alto rendimiento. A continuación hace ver que resolver problemas distintos reclama de trabajos humanos, también cualitativamente distintos: así, no es lo mismo el trabajo que desarrolla un productor de masa, que el técnico encargado del mantenimiento de la máquina tortilladora.

ACTIVIDAD 1-5-2-d. LOS CONOCIMIENTOS Y LAS NECESIDADES. La experiencia que haga posible el que los estudiantes reconozcan la importancia de los conocimientos en la realización de un trabajo, se inicia cuando el profesor formula al grupo la siguiente pregunta:

De los distintos trabajos que se han identificado en el diagrama que tenemos enfrente, ¿cuál o cuáles puedes realizar? ¿Atender una tortillería? ¿Cultivar maíz? ¿Dar mantenimiento al tractor? ¿Determinar qué tipo de fertilizantes son los más adecuados para una clase particular de terreno, - en un clima específico?, etc.

Quando los alumnos han considerado las posibilidades que tienen de poder desempeñar alguno de los trabajos anteriores, se llega a la conclusión de que no es dable para todos el poder hacerlo.

En seguida, el maestro les formula otra pregunta:

¿Cuál es el motivo, causa o razón por la cual no

todos ustedes pueden desempeñar alguno de los trabajos anteriores?

Escuchadas y discutidas, por el grupo, las respuestas que algunos de los estudiantes, a solicitud del maestro, dan a la pregunta en cuestión, se concluye que la limitante para realizar cierto trabajo, radica en el desconocimiento que se tiene acerca de cómo hacerlo. El profesor explica, con cierta amplitud, el tipo de conocimiento que deben tener las personas que se dedican a efectuar algunos de los trabajos que se han identificado en el proceso que sirve para abastecer de tortillas al D.F. Al mismo tiempo hace notar que la adquisición de conocimientos es en sí mismo el resultado de un proceso que algunas veces se puede realizar en la casa o taller, pero que en otras se requiere de la asistencia a centros educativos altamente especializados. Finalmente, el profesor les recuerda a los alumnos que uno de los objetivos de la educación, es capacitarlos para el trabajo socialmente útil a través de la transmisión de los conocimientos adecuados para ello.

ACTIVIDAD 11-5-2-e-f. DOS TIPOS DE CONOCIMIENTOS. En esta experiencia se trata de que los estudiantes reconozcan la existencia de dos tipos de conocimientos útiles en la solución de problemas: aquellos que hacen posible la realización de algo y los que explican o justifican un hecho. En otras palabras, nos referimos al conocer en el sentido de cómo y al conocer en el sentido de qué. Para ello, el profesor les entrega a los estudiantes un cuestionario impreso que, después de contestado se discute grupalmente. El cuestionario que se les aplica se reproduce a continuación:

Cuestionario I-2

DOS TIPOS DE CONOCIMIENTOS

En el transcurso de nuestra existencia aprendemos muchas cosas. Este aprendizaje se lleva a cabo - en la casa, en la calle, con nuestros familiares, con nuestros amigos y en particular en la escuela. Todos son valiosos y nos son útiles en la solución de problemas que se nos presentan.

A continuación encontrars ocho preguntas. Lee - con atención y contestalas en el espacio indicado.

1. Tal vez no lo hayas hecho, pero si observas detenidamente los postes de alumbrado público, notarás que su parte inferior es mucho más gruesa que la superior, ¿por qué crees que se diseñen de esta manera?

RESPUESTA.

2. Del listado de actividades que se te presenta en seguida, marca con una cruz aquellas que sabes realizar :

A C T I V I D A D E S

Espacio para
marcar

- + Andar en bicicleta. _____
- + Hacer gelatinas de agua. _____
- + Cortar y confeccionar una prenda de vestir sencilla. _____
- + Resolver una ecuación de primer grado. _____
- + Tocar un instrumento. _____
- + Elaborar un pastel. _____
- + Sumar dos fracciones. _____
- + Escribir a máquina correctamente utilizando los diez dedos. _____
- + Instalar un timbre eléctrico. _____
- + Tomar las medidas adecuadas en caso de un terremoto. _____

3. Elige una de las actividades de la pregunta anterior que puedas realizar y describe, en forma detallada, en qué consiste y cómo se efectúa.

RESPUESTA.

4. ¿Cuál es la razón de que el cielo se observe, durante el día, de color azul?

RESPUESTA.

5. Juan quiere aprender a conducir un automóvil estandar, es decir, uno en donde el cambio de velocidades se hace manualmente. Su amigo Enrique está dispuesto a ayudarlo, y para ello le explica, detalladamente, todo lo que considera necesario. Como Juan tiene muchos deseos de aprender a conducir, rápidamente memoriza las instrucciones, y es capaz de repetir las en voz alta cuantas veces se le demanda. ¿Basta con esto para que Juan tome el automóvil y lo conduzca, sin causar problemas, - por toda la avenida de los Insurgentes? Justifica tu respuesta.

RESPUESTA.

6. Por lo general los dueños de automóviles les dan servicio cada seis meses. Cuando los llevan, el encargado del servicio lava el motor con una mezcla de agua y petróleo, le cambia el aceite y finalmente lo engrasa. ¿Por qué hace lo último?

RESPUESTA.

7. ¿Cuál es la razón por la cual, para cocinar algunos alimentos se recubre, levemente, el recipiente con aceite, manteca o mantequilla?

RESPUESTA.

8. A primera vista es claro que hay diferencia entre las dos preguntas siguientes:

a. "...señora María, ¿sabe Ud. hacer 'chiles rellenos'? ..."

b. "...señora María, ¿sabe usted por qué,

después de asar los chiles, se envuelven con un plástico, o con una servilleta húmeda, o se introducen en un recipiente y se tapan?

La mejor manera que uno tiene de convencerse de que la señora sabe hacer chiles rellenos, es que compre los ingredientes, los haga y después los probemos. En cambio, para cerciorarnos de que conoce la respuesta a la segunda pregunta es necesario escuchar la explicación que da. Para la primera pregunta sobra cualquier explicación: basta con probar los chiles. Sin embargo, para la segunda es esencial.

En forma parecida a estas dos últimas preguntas, de las siete primeras que integran este cuestionario, algunas tienen que ver con una explicación, y otras con mostrar que se sabe hacer algo. Señala, en el espacio indicado, las que se asemejan a la pregunta a y las que son parecidas a la pregunta b.

RESPUESTA.

Preguntas semejantes a la a _____

Preguntas parecidas a la b _____

El tiempo de que disponen los estudiantes para resolver el cuestionario anterior es de aproximadamente 15 minutos. Una vez que se ha contestado se procede a revisar las respuestas que dieron los alumnos, en forma grupal.

Al inicio de la revisión el profesor les aclara a los estudiantes que el objetivo del cuestionario no es que conozcan las respuestas correctas a cada una de las siete primeras preguntas, sino que se den cuenta que los problemas que lo integran se pueden clasificar en dos grandes grupos: los que tienen que ver con la habilidad de poder hacer algo y los que requieren de conocer una explicación. Por lo tanto, la revisión se hará en tal sentido.

Para ello basta discutir la respuesta a la pregunta ocho.

La discusión grupal, a la respuesta de la pregunta ocho, se lleva a cabo después de que algún estudiante, a petición del profesor, da la respuesta que obtuvo. La discusión finaliza al momento en que el grupo en su conjunto clasifica correctamente las siete primeras preguntas del cuestionario. Este es el momento adecuado que utiliza el maestro para intervenir y ejemplificar, cómo es que en el proceso que se sigue para satisfacer la necesidad de tortillas en el D.F., aparecen problemas que se resuelven con una explicación y otros cuya solución es ser capaz de hacer algo. Al mismo tiempo, el profesor introduce una clasificación simple de los conocimientos, los que sirven para hacer algo y que se pueden expresar por un conjunto de instrucciones y aquellos otros que explican, justifican o dan razón de un hecho y que se expresan por una serie de argumentos.

ACTIVIDAD 1-5-3. LA SATISFACCION DE NECESIDADES ; RESPONSABILIDAD DE LA SOCIEDAD. Para alcanzar el tercer propósito de esta actividad, una vez que los estudiantes han participado en las experiencias descritas en las actividades 1-5-1 y 1-5-2 el profesor explica, detalladamente, que tal y como se ha analizado el proceso involucrado en el abasto de tortillas, éste nos ha mostrado sus múltiples problemas cuya solución requiere de una gran diversidad de trabajos especializados, razón por la cual, satisfacer dicha necesidad, es responsabilidad de la sociedad en su conjunto.

ACTIVIDAD 1-6

ALPINISMO Y SALUD

Esta actividad y la próxima son particularmente importantes : su propósito fundamental consiste en delimitar la situación concreta que se estudia en el tema dos del curso. Para realizarla, el profesor entrega a los alumnos un cuestionario cuyo contenido es el siguiente.

CUESTIONARIO 1-3

ALPINISMO

Con anterioridad hemos identificado que, en

condiciones normales, el ser humano tiene necesidad de divertirse; y que una forma de satisfacerla es mediante el deporte, uno de los cuales es el alpinismo. Sin embargo, la práctica de él, como el de cualquier otro, requiere que con anterioridad se hayan resuelto un sinnúmero de problemas. A continuación se te formularán dos preguntas. Léelas con atención y contestalas en el espacio indicado:

1. En una forma parecida a como se hizo con el abasto de tortillas, identifica la mayor cantidad de problemas involucrados en el ejercicio del alpinismo.

RESPUESTA.

2. Analiza, construyendo un diagrama, parte del proceso que se sigue para lograr satisfacer la necesidad del alpinismo.

RESPUESTA.

ACTIVIDAD 1-7

REVISIÓN COLECTIVA DEL CUESTIONARIO ANTERIOR

Cuando los alumnos han contestado el cuestionario anterior, se procede a revisarlo grupalmente. Para ello, el profesor le solicita a un alumno que lea en voz alta la respuesta que obtuvo a la pregunta uno. El maestro la anota en el pizarrón y los demás estudiantes intervienen con el objeto de corregir la respuesta dada, ya sea suprimiendo aspectos o adicionando omisiones. En caso de que entre las necesidades detectadas, no aparezca explícitamente el de la salud, el profesor, mediante preguntas, orientará al grupo hacia su identificación.

Para la revisión de la segunda respuesta, un alumno, a petición del profesor, describe su respuesta en el pizarrón, sin borrar lo antes anotado. A continuación, los demás alumnos intervienen con el objeto de enriquecer la respuesta dada por su compañero. Cabe aclarar que para la segunda pregunta, lo más probable es que las respuestas que se den sean diferentes, en virtud de que es muy posible que los alumnos escojan diferentes necesidades a desarrollar.

La conclusión a la que el grupo arriba al final de la discusión es, en primer lugar, lo mayor cantidad de problemas que aparecen cuando se intenta satisfacer la necesidad de la práctica del atletismo; en segundo lugar, la representación gráfica de parte del proceso que se sigue para satisfacer la necesidad y en tercer y último lugar, reconocer explícitamente el problema de salud que se presenta en ese deporte.

ACTIVIDAD 1-8

ALTURA Y SALUD

El estudio de la Fisiología de las Grandes Alturas se inicia con un cuestionario escrito, que el profesor entrega a cada alumno, el cual lo contestará de manera escrita y en base a su experiencia personal. El cuestionario al que se hace referencia es el que a continuación se muestra.

ALTURA Y SALUD

CUESTIONARIO 1-4

Sobre la superficie terrestre se acostumbra considerar

a las poblaciones que se encuentran al nivel del mar como aquellas cuya altura es cero. A partir de este cero es como a cada población se le asocia una altura. Así por ejemplo, decimos que el centro de la Ciudad de México se encuentra, aproximadamente, a 2 000 m sobre el nivel del mar y la Ciudad de Morelia a 1 200 m. Hay otras poblaciones que se encuentran a mayor altitud que la de México, como es el pueblo de Santo Tomás - Ajusco.

A continuación se te formulan siete preguntas. Lee las con cuidado y contéstalas en el espacio indicado.

1. ¿Te has encontrado en algún o algunos lugares que estén a mayor altura que el centro de la Ciudad de México?

RESPUESTA.

En el caso de que tu respuesta a la pregunta anterior haya sido afirmativa, continúa contestando las siguientes.

2. Si recuerdas el nombre, o los nombres de esos lugares, anótalos. En caso contrario, describe brevemente su ubicación.

RESPUESTA.

3. Explicita el medio o medios que hayas utilizado en el ascenso.

RESPUESTA.

4. Cuando te transportas, sin ascender, en un vehículo, ¿experimentas algún trastorno en el funcionamiento de tu organismo? Si es

así, descríbelos brevemente.

RESPUESTA.

5. ¿Has experimentado algún malestar durante el ascenso?

RESPUESTA.

Si tu respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, continúa con las siguientes.

6. ¿Cuál ha sido la molestia, o las molestias, que has experimentado al ascender a pie? Especifica la intensidad de estas según la escala siguiente: leve, regular, fuerte, muy fuerte.

RESPUESTA.

7. ¿Cuál ha sido la molestia, o las molestias, que has experimentado al ascender utilizando algún medio de transporte? Especifica la intensidad de estas según la escala dada en la pregunta anterior.

RESPUESTA.

Cabe observar que entregado el cuestionario, y antes de que los alumnos lo contesten, el profesor aclara que en la pregunta siete, las afecciones a las que ahí se hace mención, se refieren a aquellas que no sean las que experimentan algunas personas por el simple hecho de transportarse en determinado vehículo.

CUESTIONARIO I-5

ANÁLISIS DE LA TABLA QUE SE OBTUVO EN
LA ACTIVIDAD ANTERIOR

Utilizando los resultados de la actividad anterior, contesta cada una de las siguientes preguntas en el espacio indicado.

1. ¿Es posible que una persona al ascender presente afecciones o molestias en su comportamiento "normal"?

RESPUESTA.

2. ¿Todas las personas presentan las mismas afecciones, y con la misma intensidad, cuando ascienden a alturas semejantes a las descritas en la tabla anterior?

RESPUESTA.

3. ¿Las molestias que se presentan, son independientes del medio que se utiliza para realizar el ascenso?

RESPUESTA.

4. ¿Cuál de todas las molestias que se encuentran en la tabla es la que tiene mayor frecuencia en los integrantes del grupo?

RESPUESTA.

5. ¿Cuál de todas las molestias que se encuentran en la tabla es la que tiene menor frecuencia, en los integrantes del grupo?

RESPUESTA.

6. ¿Son iguales las molestias -y sus respectivas intensidades- que se presentan

cuando se asciende a pie que cuando se utiliza algún medio de transporte?

RESPUESTA.

7. En el caso que hayas observado diferencias en las molestias y/o sus intensidades, al ascender a pie o utilizando un medio de transporte, ¿si tales diferencias son relevantes.

RESPUESTA.

8. ¿Consideras que las afecciones o molestias que se han identificado son exclusivas de los miembros del grupo o que es posible que las presenten otros individuos?

RESPUESTA.

ACTIVIDAD I-11

REVISIÓN DEL CUESTIONARIO ANTERIOR

Contestado el cuestionario, el profesor solicita a algunos alumnos lean sus respuestas con el objeto de que para cada una de ellas, y de manera grupal, se lleguen a establecer conclusiones que deben formularse como proposiciones. Algunas de las conclusiones son:

1. Cuando un individuo asciende a "grandes" alturas presenta molestias o afecciones en el funcionamiento de su organismo. Es decir, en su fisiología.

OBSERVACION. Para obtener la segunda parte de esta proposición, el profesor explica el significado de la palabra fisiología.

2. No todas las personas experimentan las mismas alteraciones fisiológicas cuando ascienden a alturas como las señaladas en el cuadro anterior. Pero, sin embargo, cuando se asciende a alturas del orden de los 5000 m, en general, ya hay un conjunto de afecciones características para todo individuo.

OBSERVACION. Cuando en el grupo se discute la respuesta a la pregunta dos, y se llega a la primera parte de esta conclusión, el profesor, mediante preguntas orales, "conduce" al grupo a establecer la segunda parte de ella.

3. Las afecciones que se presentan son independientes del medio que se utiliza para el ascenso.

OBSERVACION. Al obtener esta conclusión el profesor hace

notar que si bien algunas personas se ven afectadas en el funcionamiento de su organismo cuando utilizan un medio de transporte, hay en cambio otras en las cuales tales trastornos no se manifiestan y que sin embargo los muestran cuando ascienden a "grandes" alturas, lo cual justifica la verdad de la afirmación. Además, el profesor aclara que en aquellas personas que presentan trastornos al utilizar un medio de transporte, cuando ascienden a "grandes" alturas, las afecciones que se sufren son resultado combinado de las dos circunstancias.

4. La molestia que se presenta con mayor frecuencia en el grupo es ... y la que se presenta con menor frecuencia es ...

OBSERVACION. Esta conclusión sólo estará completa cuando se tenga la información del grupo. Sin embargo, muy probablemente la afección más común es la sensación de oídos tapados y la menos común el vómito.

5. Las afecciones son las mismas pero con intensidades diferentes. **OBSERVACION.** Si bien la conclusión categórica a la que se puede llegar a partir de las preguntas 6 y 7 del cuestionario anterior depende de las particularidades del grupo, en general, se podría concluir la proposición antes anotada.

6. Los individuos presentan molestias, en menor o mayor grado, al ascender a "grandes" altura.

ACTIVIDAD 1-12

PORCENTAJE

Uno de los conceptos matemáticos de más amplia utilidad es el de porcentaje. Por tal razón, esta actividad está dedicada a que los estudiantes recuerden y hagan una sencilla aplicación de él, utilizando como pretexto el número de alumnos del grupo que presenta o no molestias al ascender a cierta altura. Para ello :

1. Los alumnos leen, en el salón de clases, el material que a continuación se reproduce.
2. Una vez leído el material, el profesor aclara las dudas que hayan aparecido.
3. Completan una tabla que registra los porcentajes de alumnos que experimentan molestias o no, al ascender a cierta altura, utilizando los resultados de la ACTIVIDAD 1-9.

ACTIVIDAD 1-12-1 . LECTURA DEL TEXTO SOBRE PORCENTAJE. Los alumnos leen, individualmente, en el salón de clases, el siguiente texto.

Cuestionario 1-6

PORCENTAJE. PRIMERA PARTE

Pocas ideas matemáticas son tan populares como la de porcentaje. Tal vez las únicas que la superan en popularidad sean las de números naturales y decimales.

No hay día -excepto cuando no sale- que no se haga uso de porcentajes en algún periódico.

Cuando se nos quiere hacer ver que andamos muy bien, o que vamos muy mal, o que avanzamos, o que retrocedemos, o que nos estancamos, ya sea en la industria, el comercio, la agricultura, en las ganancias, Etc., se recurre al uso de los porcentajes. Así, se nos dice:

- * Abatido en 50% el rezago de Corett en la regularización urbana.
- * Fuera de competencia mundial, 25% de la planta productiva del sector textil.
- * Creció 4.6% la actividad industrial en enero-abril.
- * Caerá 4% la producción de autopartes, prevé la INA.
- * Generaron 2 empresas 88% de la producción de cobre en 1990.

El significado de cada una de las expresiones anteriores es el siguiente:

- * Abatido en 50% el rezago de Corett en la regularización urbana.
 - .. significa que por cada cien terrenos cuya propiedad no estaba legalizada, ahora sólo hay 50.
- * Fuera de competencia mundial, 25% de la planta productiva del sector textil.
 - .. Lo que significa es que de cada cien fábricas de textiles, lo que producen 25 de ellas, no es exportable.
- * Creció 4.6% la actividad industrial en enero-abril.
 - ...lo que quiere decir es que por cada cien

productos industriales que se producían antes, de enero a abril se produjeron 4.6 mds.

* Caerá 4% la producción de autopartes, prevé la INA.

...significa que por cada cien partes que se fabrican, se producirán a futuro cuatro menos.

* Generaron 2 empresas 88% de la producción de cobre en 1990.

...significa que por cada cien Ton de cobre producido, 88 lo produjeron únicamente 2 empresas.

EN SINTESIS, 88% SIGNIFICA 88 de cada 100 !!

Ahora, lee con atención el siguiente texto:

De acuerdo con estimaciones del INEGI, el sector textil del país está conformado por mil 310 empresas, de las cuales 68.8 por ciento, es decir 902, son pequeñas; 17.7 por ciento son medianas y sólo 13.4 se refieren a grandes empresas.

Has de haber notado que en una parte dice:

... el sector textil del país está conformado por mil 310 empresas, de las cuales 68.8 por ciento, es decir 902, son pequeñas;

¿qué procedimiento se sigue para determinar que el 68.8 por ciento de mil 310 es 902?

Sabemos que el 68.8 por ciento son pequeñas. lo que quiere decir que por cada cien empresas, 68.8 son pequeñas.

Un método fácil pero laborioso, es construir una tabla que registre el número de empresas pequeñas por cada cien empresas.

Por ejemplo:

Si el total de empresas fuera 100	, el número de empresas pequeñas sería	68.8
" " " " " "	200	137.6
" " " " " "	300	206.4
" " " " " "	400	275.2
" " " " " "	500	344.0
" " " " " "	600	412.8
" " " " " "	700	481.6
" " " " " "	800	550.4
" " " " " "	900	619.2
" " " " " "	1000	688.0
" " " " " "	1100	756.8
" " " " " "	1200	825.6
" " " " " "	1300	894.4
" " " " " "	1400	963.2

número total de fábricas	número de fábricas pequeñas
--------------------------	-----------------------------

100	68.8
200	137.6
300	206.4
400	275.2
500	344.0
600	412.8
700	481.6
800	550.4
900	619.2
1000	688.0
1100	756.8
1200	825.6
1300	894.4
1400	963.2

Lo anterior se puede escribir en forma de tabla, tal como se muestra a la izquierda de la página.

La información que nos da la tabla es el número de fábricas pequeñas que hay de un cierto total. Así, por ejemplo, nos dice que de un total de 1300 fábricas, 894.4 son pequeñas y que de un total de 1400, 963.2 son pequeñas.

Recordemos que nuestro problema es saber cuántas fábricas pequeñas hay en un total de 1310, si sabemos que por cada 100 fábricas, 68.8 son pequeñas.

Viendo nuestra tabla, ¡¡ casi !! tenemos la respuesta. Podríamos decir, que de 1310 fábricas, casi 894.4 son pequeñas. ¿POR QUÉ podemos afirmar tal cosa ?

Para poder tener la respuesta precisa y quitarle el " c a s i ", habla que completar la siguiente tabla :

número total de fábricas	número de fábricas pequeñas
5	—
10	—
25	—
50	—
100	68.8

COMPLETA LA TABLA QUE APARECE

A LA TIZQUERA Y contesta la siguiente pregunta:

De un total de 1310 fábricas, ¿ cuántas son pequeñas ?

RESPUESTA.

La característica importante de la tabla

anterior, y de la cual se reproduce parte a la derecha, es que si divides el segundo número de cada pareja, entre el primero, los cocientes que se obtienen son iguales.

Este hecho queda de manifiesto si observas la tercera columna de la tabla que acá se muestra.

No. total de fábricas	No. de fábricas pequeñas	COCIENTES
100	68.8	$68.8/100 = 0.688$
200	137.6	$137.6/200 = 0.688$
350	—	$—/350 = 0.688$
700	481.6	$481.6/700 = 0.688$
900	619.2	$619.2/900 = 0.688$
—	653.6	$653.6/— = 0.688$
1200	825.6	$825.6/1200 = 0.688$

Dos cantidades que varían de tal forma que si al dividir la segunda entre la primera, el cociente que resulta es c o n s t a n t e , se dice que la segunda varía en forma directamente proporcional con la primera.

Este hecho es muy importante porque permite encontrar los números que van en los lugares vacíos que aparecen en la tabla. Así, es posible hallar el número desconocido que va en la pareja tres. Puesto que, si bien no se conoce el segundo número de ella, es posible obtenerlo dividiendo el número desconocido entre el conocido. El cociente debe ser igual a los otros, por ejemplo, igual al primero. En forma simbólica se obtiene :

$$\frac{?}{350} = \frac{68.8}{100}$$

La expresión anterior es una ecuación muy sencilla. Para resolver la basta multiplicar los dos lados de la igualdad por 350, y nos da

$$x = \frac{68.8}{100} (350)$$

Desde la escuela primaria has calculado porcentajes. Al igual que a muchos alumnos lo han hecho. Pero no todos utilizan los mismos procedimientos. Por ejemplo, cuando se les pide, ¿cuál es el 68.8 % de 1310?, usan alguno de los siguientes métodos:

Utilizan una "regla de tres" y escriben rápidamente

$$\begin{array}{r} 100 \text{ --- } 68.8 \\ 1310 \text{ --- } x \end{array}$$

de donde $x = \frac{1310 \times 68.8}{100}$

Otros hacen directamente la siguiente operación

$$x = 0.688 \times 1310$$

¿SON DIFERENTES AMBOS METODOS ?

El problema que acabamos de resolver (encontrar el número desconocido que va en la pareja tres de la tabla) se puede plantear de la siguiente forma:

¿CUANTAS FABRICAS PEQUEÑAS HAY,
DE UN TOTAL DE 350?

Veamos ahora este otro problema.

¿Cuál es el valor del número que falta en la sexta pareja de la tabla anterior ?

Otra forma de expresarlo es :

¿Cuál es el número total de fábricas si se sabe que 653.6 son pequeñas ? ¡¡¡¡¡resultavelo !!!!!

PORCENTAJE. SEGUNDA PARTE

¡ GRANDES OFERTAS !

A) Ideal en la temporada, ¡para toda hora del día! conjunto en poliéster. Saco con atractiva botonadura y falda recta. Negro, verde o naranja, sobre fondo blanco. 36 a 42.

259,000 Normal \$ 309,000
(Trajes Sastre Dama)

B) Los estampados, combinados, con colores llisos, son una característica clave en esta estación. Entre nuestra gran variedad de modernos vestidos, ilustramos éste, con saco drapado al frente, y falda recta, lisa. Variedad de colores. 30 a 36.

149,995
Normal \$ 195,000
(Vestidos Dama)

C) Rayas, puntos, flores y lunares... ¡una combinación que va con mamá! blusa en rayón 100%, con manga corta y cuello camisero. Rosa o agua. 7 a 13.

84,000 Normal \$ 114,000

D) Falda/pantalón haciendo juego.
99,000 Normal \$ 134,000
(Coordinados Jr.)

Para crear múltiples combinaciones: sweaters tipo blusa, muy cómodos y frescos. Variedad de colores. Tres tallas.

E) Con aplicaciones bordadas.
48,300 Normal \$ 109,000

F) Con diversas aplicaciones en pedrería de fantasía.
115,000 Normal \$ 229,000
(Sweaters Dama)

(Sin ilustrar):

G) Blusa en combinación de puntos y rayas. Rosa o agua. 7 a 13. Normal \$ 114,000
Ahora \$ 84,000

H) Falda recta con cinturón, haciendo juego. Normal \$ 109,000 — Ahora \$ 79,000

I) Top, tipo strapless, con resorte atrás. Rosa o agua. 7 a 13. Normal \$ 69,000
Ahora \$ 49,000
(Coordinados Jr.)

J) Conjunto estampado, en algodón 100%. Saco cruzado. Falda recta, con forro de acetato. Rojo o amarillo, sobre fondo blanco. 30 a 36. Normal \$ 399,000
Ahora \$ 199,000
(Coordinados Dama)

K) Traje sastre. Negro o blanco. 30 a 36. Normal \$ 259,000 — Ahora \$ 199,000
(Trajes Sastre Dama)

La Sra. Morales acostumbra leer el periódico para enterarse de las ofertas. El día de ayer recortó el anuncio que acá se reproduce. En él aparecen once ofertas. Después de analizarlas, escogió las dos que a ella le parecieron las más rebajadas: una blusa y un traje sastre.

¡Realmente, la blusa y el traje que la señora Morales escogió, son los que tienen mayor rebaja?

Vamos viendo si la elección de la Sra. Morales es como ella deseaba.

Para ello, primero, en base a la lista de ofertas, completa la siguiente tabla:

OFERTA	PRECIO NORMAL (\$)	PRECIO REBAJADO (\$)	DESCUENTO (\$)
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G	114,000	84,000	30,000
H			
I			
J			
K			

De la tabla anterior se puede ver que lo que hace difícil decidir sobre cuál es la prenda más rebajada es la diferencia, tanto en los precios normales, como en los rebajados.

Sin embargo, fijándose en la tabla, es fácil contestar las siguientes preguntas:

Pregunta 1: Señala dos prendas que tengan el mismo descuento.

Respuesta: _____,
 ¿por qué? _____.

Pregunta 2: De las prendas E y H, ¿cuál tiene mayor descuento?

Respuesta: _____, ¿por qué? _____.

Pregunta 3: De las prendas A y F, ¿cuál tiene menor descuento?

Respuesta: _____, ¿por qué? _____

Pregunta 4: De las prendas J y K, ¿cuál está más rebajada?

Respuesta: _____, ¿por qué? _____

Una forma de saber cuál es la prenda más rebajada, de todas las que están en oferta, es proceder de la siguiente manera:

El procedimiento lo vamos a ejemplificar con la oferta G.

Si la prenda G, la comprásemos a su precio normal,

Pregunta 5: ¿cuántos billetes de a mil pesos, daríamos?

Respuesta: _____

Pero, como la compramos con descuento, en lugar de dar los 114 billetes de a mil completos, a cada uno de ellos le quitamos una cierta cantidad.

Pregunta 6: ¿Cuánto debe sumar lo que se le quita a cada uno de los 114 billetes de a mil?

Respuesta: _____

Pregunta 7: ¿Cuánto debe sumar lo que queda de cada uno de los 114 billetes de a mil, después de que se les restó el descuento?

Respuesta: _____

Usamos el método de "tanto" para encontrar cuánto restar a cada uno de los 114 billetes de a mil, para obtener, en total, \$30,000.

Pregunta 8: Lo que se le quita a cada billete de a mil, ¿será más o menos \$100?

Respuesta: _____, ¿por qué? _____

Pregunta 9: Lo que se quita a cada uno de los 114 billetes, de a mil, para que en total de \$ 30,000 ; ¿será más o menos de \$ 300?

Respuesta: _____, ¿por qué? _____

¡Exacto!, lo que aproximadamente se le debe quitar a cada uno de los 114 billetes de a mil, para que en total de un descuento de \$ 30,000 ; debe ser casi \$ 264.

Pregunta 10: ¿Por qué?

Respuesta: _____

Así, si para cada una de las once prendas, encontramos cuánto se ahorra por cada mil pesos de su costo normal, se habrá encontrado un criterio para decidir cuál es la que tiene mayor descuento.

Completa la siguiente tabla que registra el ahorro, por cada mil pesos de su precio normal, para las once prendas.

PRENDA	DESCUENTO POR CADA \$1,000 DE SU COSTO NORMAL (\$) (APROXIMADAMENTE)
A	162
B	
C	
D	
E	
F	
G	264
H	
I	
J	
K	

Por los resultados de la tabla anterior, vemos que la Sra. Mora les no sabe comprar ofertas.

Pregunta 11: ¿Por qué decimos eso?

Respuesta:

El procedimiento que se ha realizado es correcto. Sin embargo, lo usual, lo común, no es dar el ahorro por cada mil pesos, sino por cada cien pesos. ¡A eso es a lo que se le llama "por ciento"!

Pregunta 12: ¿Cómo se le llamaría cuando el ahorro se da por cada mil pesos?

Respuesta:

A partir de la tabla anterior, es fácil encontrar el "por ciento" de descuento que tiene, aproximadamente, cada prenda. Para ello, completa la siguiente tabla.

OFERTA	% DE DESCUENTO (\$) (APROXIMADAMENTE)
A	16.2
B	
C	
D	
E	
F	
G	26.4
H	
I	
J	
K	

Resumiendo lo hecho hasta el momento, se puede decir que hemos encontrado cuantos pesos se ahorran por cada mil o por cada cien del costo normal de las prendas. Por ejemplo, para la prenda A, que es un saco, por cada mil pesos de su costo normal, se ahorran \$ 162, o en otras palabras, por cada cien pesos de su precio normal, con la oferta se ahorran \$ 16.2. Otra manera de expresar lo último, es decir que el precio del saco tiene un descuento del 16.2%.

De esta forma, tendrá más descuento aquella prenda que, por cada mil pesos (o por cada cien) de su costo, se descuenta la mayor cantidad.

Recapitemos lo realizado: a partir del precio normal, del precio de oferta y del monto del descuento se ha encontrado el descuento que, por cada cien pesos del precio normal, se hace. A tal cantidad le hemos llamado el "por ciento" de descuento.

De lo anterior, una forma "fácil" de encontrar el "por ciento" de descuento que se hace en ofertas, a partir del precio normal y del precio rebajado, es obtener, en primer lugar, en base a lo anterior, el monto del descuento. A continuación, utilizando el precio normal y el descuento hecho, se calcula cuánto se le deberá quitar, a cada cien pesos del precio normal, para obtener el monto del descuento.

Para realizar el cálculo anterior, se procede de la siguiente forma:

Se construye una tabla formada de dos columnas, en la cual, el primer renglón, contiene el precio normal y el descuento total realizado; los siguientes renglones se obtienen a partir del primero al "extraer" la mitad a ambos números (esto es suponer que el costo de la prenda es la mitad, y en consecuencia, así será su descuento). Así se continúa hasta llegar a un costo de cien pesos (o aproximadamente) y su respectivo descuento.

La tabla que se muestra en la página siguiente ilustra el procedimiento antes descrito, para la oferta G.

	COSTO: (\$)	DESCUENTO (\$)	
precio normal	→ 114,000	30,000	← total de descuento
mitad del precio normal	→ 57,000	15,000	← mitad del descuento total
mitad ...	→ 28,500	7,500	← mitad ...
	100		

¡No hay necesidad! de encontrar "todos" los renglones de la tabla anterior. Basta con observar que, para cada renglón, las razones que se obtienen con el descuento como numerador y el costo como denominador (o al revés, si se desea) son iguales. En consecuencia,

$$\frac{30,000}{114,000} = \frac{15,000}{57,000} = \frac{7,500}{28,500} = \dots$$

Pregunta: 13: ¿Por qué las razones anteriores son iguales?

Respuesta:

Por lo tanto, aún no sabiendo qué descuento corresponde a un costo de \$ 100, es fácil encontrarlo: la razón entre su descuento, y los 100 pesos, será igual a cualquiera de las razones anteriores, en particular a la primera.

Así, denominando por "X" el descuento que corresponde a 100 pesos, tenemos que:

$$\frac{30,000}{114,000} = \frac{X}{100}$$

de donde,

$$X = \frac{30,000}{114,000} \times 100$$

o sea, $X = 26.3$,

que es la forma usual que has seguido para calcular un "por ciento".

Normalmente se dice que \$ 30,000 es el 26.3% de \$ 114,000.

Observa que la última tabla de esta ACTIVIDAD se construyó al revés de como se elaboró la primera de la ACTIVIDAD anterior, que para tu comodidad se reproduce, parcialmente, a continuación.

	Número total de fábricas	Número de fábricas pequeñas
100	68.8	
200	137.6	
300	206.4	
400	275.2	
.	.	.
.	.	.
1400	963.2	

Pregunta 14: ¿Por qué es invertido el procedimiento de construcción de las tablas?

Respuesta:

ACTIVIDAD 1-13

DIAGRAMA DE BARRAS

- * El maestro explica que otra forma de representar "la situación en la que se encuentra el grupo" en torno al punto a discusión es construir un diagrama de barras.

OBSERVACION. En el caso que algunos estudiantes conozcan en qué consiste y cómo construir un diagrama de barras, serán ellos los que expliquen a sus compañeros en qué consiste y cómo se construye. En caso contrario, será el profesor quien explique los conceptos de diagrama de barras, frecuencia y escala nominal, así como el método que se sigue para construir tal diagrama.

- * Los alumnos, de manera individual, construyen un diagrama de barras con los datos registrados en la tabla que se obtuvo en la ACTIVIDAD 1-9

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y MATERIALES DIDACTICOS PARA EL TEMA II

INTRODUCCION

Los propósitos del segundo tema se alcanzan mediante tres acercamientos que se distinguen o caracterizan en dos aspectos : por la complejidad, tanto de los aprendizajes deseados, como por las actividades dirigidas a su desarrollo. En cada acercamiento se realizan actividades diversas con la finalidad de propiciar los aprendizajes establecidos. Estas distintas actividades se organizan para ser realizadas en las diferentes sesiones destinadas al estudio de la situación concreta.

El primer acercamiento se caracteriza porque prácticamente todas las actividades que realiza el estudiante las lleva a cabo en base a su experiencia personal, únicamente con lo que "cree, lo que piensa", de manera un tanto intuitiva, nada formal.

En el segundo acercamiento se inicia la formalización. Se utilizan conceptos, relaciones entre conceptos, ya sea cualitativas o cuantitativas así como algoritmos propios de una área del conocimiento.

Se puede decir, que el tercer y último acercamiento es un tratamiento formal de la situación concreta. Los alumnos habrán de determinar cuántas y cuáles son las áreas del conocimiento que intervienen en la explicación, qué conceptos, relaciones entre ellos y/o algoritmos de cada una de dichas áreas se utilizan.

Una actividad en particular, que los alumnos realizan, en los tres acercamientos antes enunciados, es la lectura de materiales bibliográficos adecuados a la complejidad del acercamiento de que se trate.

Y ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA
DEL CURSO DE FISIOLÓGICA
DE LA VIDA

PRIMER ACERCAMIENTO

INTRODUCCION

Las actividades del primer acercamiento tienden a que los alumnos identifiquen claramente el problema bajo estudio: comprender el mecanismo por el cual la disminución en la presión atmosférica, y la baja en la cantidad de oxígeno que se respira, en sitios que se encuentran por arriba de los cinco mil metros sobre el nivel del mar, son la causa primaria de las alteraciones fisiológicas que resienta el cuerpo humano en su funcionamiento, y que se manifiestan en trastornos de salud que pueden variar desde ligeros dolores de cabeza hasta afecciones que ponen en peligro la vida del sujeto.

Por otro lado, se concluye que en el problema anterior los elementos esenciales que intervienen son: la atmósfera terrestre y el proceso de la respiración humana, razón por la cual en el segundo acercamiento se profundiza en estos dos aspectos.

ACTIVIDAD II - 1-1

EXPLICACIONES PERSONALES A LAS AFECCIONES QUE
EXPERIMENTA UNA PERSONA CUANDO ASCIENDE A "GRANDES"
ALTURAS

El profesor les entrega a los alumnos el tercer cuestionario impreso. Ellos deberán contestarlo por escrito y en forma individual. El contenido del cuestionario es:

CUESTIONARIO II-1-1

LAS AFECCIONES QUE EXPERIMENTA UNA PERSONA CUANDO
ASCIENDE A "GRANDES ALTURAS". SUS CAUSAS

Lee con atención las siguientes preguntas y contéstalas en el espacio correspondiente.

1. Explica, lo más detalladamente que te sea posible, lo que consideres sean las causas de las molestias o alteraciones que experimenta una persona cuando asciende a "grandes" alturas; haciendo las aclaraciones pertinentes cuando se trate de un ascenso a pie o en un medio de transporte.

R E S P U E S T A

Causas de las alteraciones fisiológicas.

A PIE

CON ALGUN MEDIO DE
TRANSPORTE

2. Explica las posibles causas que dan origen a comportamientos distintos en la fisiología de un individuo cuando éste asciende a "grandes" alturas, por un lado a pie y por otro utilizando un medio de transporte.

RESPUESTA.

OBSERVACION. La pregunta 2 del cuestionario sólo se incluirá en el caso que el grupo haya encontrado diferencias notables en la ACTIVIDAD 1 - 10, según los medios de ascenso que se han considerado.

ACTIVIDAD 11-1-2

REVISIÓN DEL CUESTIONARIO ANTERIOR

Con base en el trabajo realizado por los estudiantes en la actividad anterior, se realiza una discusión grupal a fin de descartar, en el caso de ser posible, aquellas cosas que los alumnos hayan establecido como causas de las alteraciones fisiológicas que se tienen al ascender a "grandes" alturas y que no lo sean, así como ir precisando las que sí lo son.

La idea de esta actividad es, más o menos, que los estudiantes lleguen a ubicar, en la variación que experimenta la atmósfera terrestre - en su presión - a medida que se asciende a "grandes" alturas, las causas de las alteraciones fisiológicas que se experimentan al ascender.

No se pretende que de manera explícita señalen a la disminución de la presión atmosférica y a la de la presión de oxígeno, como los factores fundamentales de dicho trastorno; más bien, se pretende que sean conscientes de que las causas de dichos malestares deben buscarse, o se encuentran, en el comportamiento de la atmósfera terrestre con la altitud.

ACTIVIDAD 11-1-3

ALTERACIONES FISIOLÓGICAS A GRANDES ALTURAS

Establecidas las posibles causas, aunque sea de manera informal, de las afecciones que experimenta un individuo al ascender a "grandes" alturas, el profesor interroga a algunos alumnos, de

manera verbal, acerca del comportamiento fisiológico del cuerpo humano cuando los individuos ascienden cada vez más, como es el caso de los alpinistas y pilotos que realizan vuelos utilizando aeronaves modernas.

Las preguntas que el profesor formula son:

1. ¿Cómo se verá afectado el funcionamiento del cuerpo humano cuando se asciende a alturas mayores a las que hemos estado considerando?
2. ¿Cómo se explica el hecho de que el hombre viva, sin sufrir afecciones, cuando realiza vuelos que tienen lugar a alturas mayores a los 10.000 metros?

Una vez que algunos alumnos han emitido sus respuestas de manera oral, éstas se someten a la consideración de los restantes miembros del grupo, de tal suerte que el resultado de esta discusión los lleve a corroborar como causas de las afecciones, a aquellas que en la actividad anterior se propusieron como tales, aunque con un grado de intensidad mayor. Al mismo tiempo, en esta discusión se concluye que para el caso de los vuelos realizados, utilizando aviones modernos, la posibilidad de inhibir las afecciones anteriormente señaladas, se explica por la existencia, en las aeronaves, de condiciones ambientales creadas artificialmente.

ACTIVIDAD 11-1-4

LECTURA DE UN TEXTO CON FINES DE INTEGRACION

En las actividades anteriores los alumnos se han aproximado a las alteraciones, y justificación, que experimenta el funcionamiento de nuestro organismo cuando se desplaza a alturas que no está acostumbrado. Esta aproximación se ha realizado en base a sus vivencias y experiencias personales.

Con el objeto de darle al estudiante oportunidad de captar, en forma global, los aspectos sobre los que ha discurrecido, en esta actividad se realiza la lectura del texto: "Volé con las águilas", en el cual se resumen las cuestiones centrales que se abordaron en las actividades previas.

La lectura a que se hace mención, aparece reproducida en las siguientes páginas.

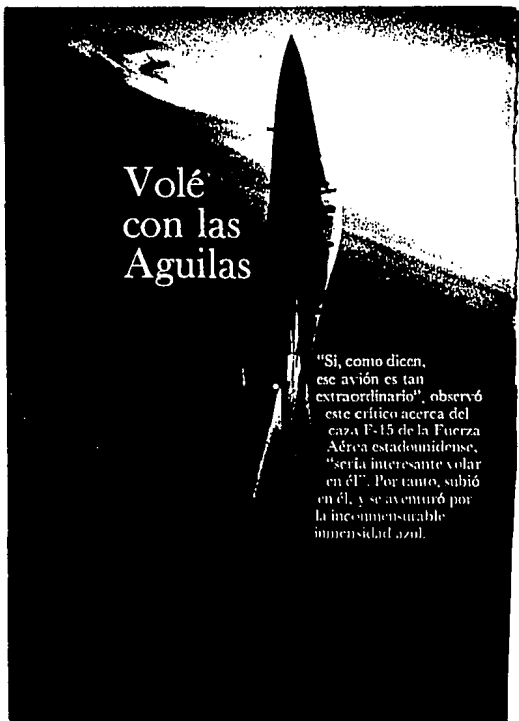
LECTURA 11-1-1

"Volé con las Águilas"

Fellows, J.

Selecciones del Reader's Digest.

Septiembre de 1982.



Volé con las Águilas

"Si, como dicen, este avión es tan extraordinario", observó este crítico acerca del caza P-15 de la Fuerza Aérea estadounidense, "sería interesante volar en él". Por tanto, subió en él, y se aventuró por la incommensurable inmensidad azul.

SI QUIERE USTED volar con las Águilas, tendrá que pagar el precio", me advirtió Dick Anderegg, comandante de la Fuerza Aérea que trabaja en el Pentágono.

La Fuerza Aérea estadounidense tiene fama de tratar con hospitalidad a quienes la critican y de desplegar ante ellos toda clase de demostraciones técnicas. Me hice acreedor a dicho trato al escribir sobre las perniciosas consecuencias de la progresión de armamentos cada vez más complejos, sensibles y costosos, entre los cuales está el avión de caza conocido como el Águila, o P-15. Tras la publicación de mi artículo, la Fuerza Aérea me facilitó entrevistarme con pilotos y otras autori-

dades, quienes me explicaron todo lo que podía hacer el Águila. Al final de una de esas sesiones, comenté que, si como decían, ese avión era tan extraordinario, sería interesante volar en él. Por tanto, el director de operaciones de la Fuerza Aérea me indicó que fuera a ver al comandante Anderegg.

El "precio" al que se refirió Anderegg fue la serie de exámenes previos al vuelo, y el adiestramiento especial. Uno de esos exámenes consistió en un detallado reconocimiento médico. A continuación, vino el "adiestramiento fisiológico" en la Base Andrews de la Fuerza Aérea, en Maryland, diseñado para infor-

mar a aquellos que han de viajar en una aeronave de alto rendimiento de lo que sucede cuando se somete al organismo humano a baja presión atmosférica y a muy poco oxígeno; estas dos situaciones se simularon en una cámara de pruebas.

Dentro de la cámara, el sargento primero Clark Mittan demostró los efectos de la baja presión en los oídos y en los gases intracorporales. Se redujo paulatinamente la presión atmosférica a casi la de una altitud de 10.500 metros. Me enseñó entonces una botella con un guante quirúrgico inserto en la boca del recipiente. Al nivel del mar, el guante colgaba flácido. A 10.500 metros de altura adquirió el tamaño de una pelota de baloncesto. Sentí como si dentro del vientre tuviera esa pelota. En seguida, el sargento Mittan demostró los efectos de la carencia de oxígeno, de tal suerte que pude diagnosticar la anemia por mí mismo.

Con la "altitud" de la cámara a 7.500 metros, me ordenó que me quitara la máscara de oxígeno y me entregó una hoja de trabajo. El lado izquierdo tenía columnas de cifras que debía sumar, y otros problemas que exigían capacidad de raciocinio. A la derecha aparecía una lista de síntomas. Se trataba de ir resolviendo los problemas y de encerrar en círculos los síntomas, conforme se fueran presentando. Al cabo de 30 segundos, la aritmética elemental se convirtió para mí en un reto insuperable. Un minuto después, me hallaba trazando óvalos alrededor de las palabras "mareado" y "adormilado", en la lista de síntomas.

El hombre de los neumáticos. Después, me presenté en la Base Langley de la Fuerza Aérea, en Virginia. La mañana de mi vuelo, me dieron una máscara de oxígeno; un casco con visor y casquete con estopilla, para absorber el sudor; un equipo de paracaídas y un traje diseñado para contrarrestar los efectos fisiológicos de la aceleración.

Este traje es una prenda exterior de una pieza, que cubre desde la base de la caja torácica hasta los tobillos, y contiene varias bolsas inflables. Estas van anudadas a la parte baja del vientre, a los muslos y a las pantorrillas. Cuando los aviones de caza hacen maniobras violentas, la tripulación se somete a fuerzas varias veces mayores que la gravedad. Este traje aminora el efecto de esas fuerzas en el organismo. Dentro del avión, se conecta a un sistema neumático que infla automáticamente las bolsas, en cuanto la fuerza de aceleración empieza a surtir efectos. "Así es como se sentirá", me explicó un sargento, que utilizó una bomba de

bicicleta para inflar el traje. Cuando las bolsas se inflaron a mi alrededor, me sentí como el hombre de los neumáticos de cierto anuncio comercial.

Mi instrucción aeronáutica incluyó un paso más, conocido como el adiestramiento de salida de urgencia. El teniente Ed Cantwell me dijo que, si tenía yo que salir expulso del avión a gran altitud, sólo tendría que recostarme y dejar que funcionara el sistema automático. Cuando el avión va a 10.500 metros de altitud, la temperatura exterior es de 54° C. bajo cero, y virtualmente no se puede inhalar oxígeno. Si el aviador tiene que lanzarse desde esa altura, debe dejarse caer como una piedra hasta llegar a la altitud de 4.000 metros. Esto significa ir en caída libre durante unos seis kilómetros, que dura casi tres minutos. Se supone que un pequeño freno del paracaídas debe abrirse en algún momento de la caída, y dar la necesaria resistencia para conservar la silla en posición vertical. En seguida, los sensores especiales del asiento deben proyectar el paracaídas en el momento preciso. Pensé que los pilotos deben de ser hombres con muchísima fe.

Las instrucciones previas al vuelo las dio el capitán Donald Ross, quien pilotaría un F-15, mientras que yo iría sentado detrás del teniente coronel Thomas Barber, en otro aparato igual. Ambas naves deberían simular un combate con cazabombarderos F-4, los cuales representaban a los aviones de combate rusos conocidos como Floggers ("Azotadores"). Se suponía que estos últimos aviones se dirigían hacia una zona objetivo... por ejemplo, un aeropuerto de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte). La función de los F-15 sería "aniquilarlos" antes de que los "rusos" alcanzaran su objetivo. El ejercicio, sobre el Atlántico, demostraría cómo los sistemas electrónicos y de radar de los F-15 pueden detectar otros aviones a grandes distancias, y disparar varios proyectiles, guiados por radar, para destruirlos. "Algo fácil". Por fin, habla llegado el momento de subir a los aviones. Tom Barber, quien había permanecido taciturno antes de subir al avión, volvió de pronto a la actividad, y empezó a radiar órdenes, cumpliendo así con la lista de comprobaciones previas al vuelo. Poco después, todo estaba listo y despejamos.

Los dos F-15 —cuyos nombres en clave para este ejercicio eran SPAD 1 y SPAD 2— rodaron lentamente hasta el extremo de la pista, y se alinearon uno al lado del

otto. Recorrieron la pista y despegaron en perfecto paralelo.

—¿Cuál es la separación aquí?
—preguntó a Barber.

—Tres metros, de ala a ala.

Algo fácil, pensé, mientras nos elevábamos sobre el océano y los aviones se apartaron más uno del otro. Nuestra velocidad de vuelo era de 885 k.m.h.; no obstante, todo sucedía con ligereza y suavidad.

Barber ajustó la pantalla de radar para buscar las imágenes que indicaban la presencia de aviones "enemigos". Barber explicó que, en cuanto aparecieran estas señales, colocaría un marcador de blanco sobre el objetivo que deseaba destruir. Un conjunto de indicadores, en la pantalla del radar, le advertiría en qué momento el blanco estaría a la distancia apropiada para disparar. Cuando todo estuviera ajustado, oprimiría el botón disparador. En un combate real, se despediría un misil guiado por radar; en ese caso, un centro de mando computarizado recibiría la señal de que Barber había disparado. El proyectil seguiría el rastro del objetivo, y la imagen desaparecería de la pantalla.

Cuando el piloto terminó de explicarme el procedimiento, se oyeon por la radio sonidos intermitentes. Ross, desde el SPAD 1, había visto a los Floggers. El combate se había iniciado.

Vomitó, inhaló, vomitar. De los siguientes 45 minutos me quedaban únicamente los más confusos y angustiosos recuerdos. Sólo cuando el ejercicio terminó, y pude observarlo en una reconstrucción por computadora, logré recomponer la pauta lógica de los sucesos. Los F-15 viraron para interceptar a los Floggers; estos también viraron, en respuesta; los F-15 estuvieron a la distancia conveniente, y lanzaron los proyectiles simulados. Todo ocurrió tal como se había programado.

Me habían advertido que me asombraría cuando comprobara el esfuerzo físico tan intenso que exige volar en un F-15. Nada en la vida normal se aproxima, ni a los efectos de las tremendas fuerzas gravitatorias (G), ni a la desorientación que originan los frecuentes y repentinos cambios de rumbo. Las fuerzas más intensas se sienten cuando el avión hace un viraje repentino. Estas fuerzas me dieron la sensación de un puño gigantesco que me estrujara. En el nivel 5G la cabeza se me adosó al pecho. En el nivel 6G, sentí los músculos de las mejillas estirados hacia el mentón. Los pilotos de algunos aviones deben resistir fuerzas tan altas como la 9G. Mientras tanto siguen guiando el avión, seleccionando blancos y tratando de evi-

tar que los destruyan.

Los virajes repentinos resultaron aún más molestos que las fuerzas G. Comencé el vuelo saludablemente vigoroso; al cabo de 20 minutos de maniobras, quedé reducido a un estado de náuseas paralizantes. Alcané a oír que Barber radiaba a Ross: "Noventa, a la izquierda", lo cual significaba que los aviones deberían hacer repentinos virajes de 90 grados, hacia la izquierda. En forma abreviada, Ross dijo: "SPAD cero uno está dentro", lo cual significaba una ululante embestida en vuelo picado contra los Floggers. En cuanto supe cómo sería un viraje, pude intervenir en el intercambio:

—Noventa a la izquierda, SPAD cero uno.

—Sí; 90 a la izquierda, SPAD cero dos.

—¿Dios mío! ¡Jajaja!

Antes de despegar, un sargento me había leído la cartilla: "Si vomita en su máscara, tendrá que limpiarla". Mientras el avión se nivelaba entre las pasadas sobre el blanco, arranqué la abrazadera que unía la mascarilla al casco, resuelto a quitármela de la cara. En un saco colocado cerca de la base de mi traje antigraavitatorio, Dick Andiregg había tenido el cuidado de meter cuatro bolsas de plástico. Saqué una apenas a tiempo. Durante los últimos 20 minutos del vuelo, hice una maniobra a dos manos, cuidadosamente coordinada. Con la mano izquierda sostuve la máscara de oxígeno, la cual me pegaba al rostro para inhalar de vez en cuando. En la derecha tenía la bolsa, la cual alternaba con la máscara, en un movimiento continuo de vomitar, inhalar, vomitar.

¿Piloto de un Águila? Mientras trataba yo de disminuir estas maniobras, se escuchó la voz de Barber por el sistema de comunicación interna:

—¿Quieres ver lo que puede hacer el Águila?

—¡P . . . o . . . supuesto!

¡Había llegado hasta allí y ¡lo acababa de resolver!, nunca volvería a intentarlo; así que, ¿por qué no atreverme a ver todo el espectáculo?

Y volvimos a subir por el cielo.

El F-15 pesa alrededor de 18 toneladas. Sus dos motores pueden generar un empuje de unas 10 cada uno; en total, 20 toneladas. La resultante razón aritmética empuje/peso significa que el F-15 no sólo puede viajar virtualmente en línea recta ascendente, sino que a la vez puede incrementar su velocidad. Barber me demostró algunas de esas "maniobras verticales". Nos elevamos, durante lo que me parecieron sólo algunos segundos, de 4,500 a 11,500 metros de altitud; un ascen-

so de más de seis kilómetros. Descendimos de nuevo; luego comenzó un ascenso casi recto, al final del cual Barber empujó el aparato para descender casi en línea recta.

No recuerdo si inmediatamente antes o después de las maniobras verticales (los recuerdos se confunden), llegó el momento del último combate, en el que se suponía que los F-15 debían dar caza a los Floggers y dispararles a corta distancia. Esta fue la maniobra más mareante, y demostró otra de las exigencias impuestas al piloto. Según las normas comunes, mi vista es excelente; pero cuando oí que Ross y Barber decían: "Allí está el rastro de humo como contraseña". ¿Contraseña?, yo no pude ver sino el azul del firmamento. Barber seguía preguntándome: "¿Lo ves? ¿Lo ves?" Respondí que no, así que perseguí al F-4 hasta que, desde su perspectiva, estuvo a punto de volar sobre la tobera de cola del otro avión. En ese momento pude distinguir, a poca distancia, una pequeña nave, apenas visible contra el fondo azul.

Una vez destruidos los Floggers, el SPAD 1 y el SPAD 2 viraron hacia la base.

Antes del vuelo, un fotógrafo de la Fuerza Aérea había tomado muchísimas fotografías del sonriente visitante mientras se dirigía al avión. Ya tenía copias de esas fotos y estaban reveladas cuando aterrizamos; además, una placa celebraba mi nueva calidad de "piloto del Águila".

Después de que descendí tambaleante de la cabina, me pusieron en las manos las fotografías de "antes". El mismo fotógrafo estaba cerca, tomando instantáneas de "después" de un hombre que tenía manchas de sudor por todas partes en su traje de vuelo, y en el rostro una expresión que anhelaba la muerte. Esas fotos se conservan en las manos piadosas de la Fuerza Aérea.

HACIA el final de aquel día, aprendí muy poco acerca de los F-15 que no hubiera sabido de antemano. En cambio, aprendí algo sobre los seres humanos que pilotan los aviones. Durante meses había oído, tanto a los pilotos como a los diseñadores de naves, hacer hincapié en que, aun en los técnicamente más refinados de los servicios militares, los aviones son a menudo menos importantes que el buen ánimo, la habilidad y el adiestramiento de quienes los conducen y de quienes les dan mantenimiento.

Tras ver las miles de posibilidades de desastre que podría provocar un equipo de mantenimiento negligente, y habiendo vislumbrado la tensión física y mental que deben soportar los pilotos, comprendí mejor todo cuanto me habían dicho. La Fuerza Aérea acaso haya fracasado, en mi caso, en su intento de inspirar mayor lealtad hacia sus máquinas; pero ese esfuerzo estubo mal orientado. Profeso mi lealtad a los pilotos de estos aviones.

Anexo al texto, el profesor entrega a cada estudiante un cuestionario cuyas preguntas se contestan al momento de ir realizando la lectura. El propósito de esta actividad es, simplemente, que los alumnos identifiquen información concreta en el cuerpo del texto.

El contenido del cuestionario, es el que a continuación se muestra:

CUESTIONARIO II-1-2

CUESTIONARIO SOBRE LA LECTURA: "VOLE CON LAS AGUILAS"

Lee con atención las siguientes preguntas y contéstalas, en el espacio indicado, en base a la lectura del texto "Volé con las águilas".

1. ¿A qué fue sometido el periodista antes de

realizar el vuelo?

RESPUESTA.

2. ¿Qué finalidad tiene "adiestran fisiológicamente" a las personas que van a realizar un vuelo de las características que se mencionan en la lectura?

RESPUESTA.

3. ¿A qué está sometido el cuerpo humano durante los vuelos a "gran" altura?

RESPUESTA.

4. ¿Para qué sirve una cámara de simulación?

RESPUESTA.

5. ¿A qué parte del organismo afecta la baja presión atmosférica?

RESPUESTA.

6. ¿Cómo se demostraron los efectos de la baja presión atmosférica en el cuerpo humano?

RESPUESTA.

7. ¿Qué efectos provocó la escasez de oxígeno atmosférico en el periodista?

RESPUESTA.

8. ¿Cuál fue el equipo que le permitió al periodista realizar el vuelo?

RESPUESTA.

9. ¿Por qué crees que hubo necesidad de realizarle

un examen médico minucioso al periodista antes de realizar el vuelo?

RESPUESTA.

10. ¿Qué fue lo que más te llamó la atención de la lectura?

RESPUESTA.

11. Si alguno de los aspectos de la lectura no te fue suficientemente claro, señálalo, enunciándolo textualmente, de acuerdo a la lectura.

RESPUESTA.

ACTIVIDAD 11-1-5

CONCLUSIONES DEL PRIMER ACERCAMIENTO

ACTIVIDAD 11-1-5-1. REVISIÓN DEL CUESTIONARIO ANTERIOR. Se discuten las respuestas del cuestionario anterior, de manera grupal, con el objeto de ratificar que las causas de las alteraciones fisiológicas que sufre un ser humano cuando asciende a "grandes" alturas son la baja presión atmosférica y la disminución de oxígeno atmosférico, así como identificar las alteraciones que resultan de cada una de ellas.

ACTIVIDAD 11-1-5-2. EXPLICACIÓN DEL PROFESOR. Una vez realizado lo anterior, el profesor interviene para explicar el hecho de que el cuerpo humano está conformado de tal suerte que el funcionamiento de sus diferentes órganos y sistemas se ve afectado por las condiciones del medio ambiente en que se encuentra.

En este momento, el profesor ilustra con ejemplos las adaptaciones, alteraciones o modificaciones que resienten el funcionamiento de diversas partes de nuestro organismo. Por ejemplo: la adaptación de nuestro órgano visual en un ambiente con poca luz; el sistema de control para el nivel de sal con el que normalmente funciona el organismo. En particular enfatiza que la función respiratoria humana se ve alterada por el ambiente en que nos encontremos. El maestro, con ayuda de los alumnos, hace un listado de diferentes

ambientes en que por cuestiones de trabajo se puede hallar un individuo. Por ejemplo, encontrarse en una mina profunda; a ciertas profundidades bajo el nivel del mar o en grandes alturas sobre el nivel del mar.

El profesor hace un resumen con el objeto de recordar, remarcar, puntualizar o enfatizar, primero, que el objeto de estudio que nos ocupa son las alteraciones fisiológicas que se inducen por encontrarse en un medio "pobre" en oxígeno y bajo de presión atmosférica; y segundo, que con el ánimo de comprender y explicar tal situación, se hace necesario abocarse al estudio, un tanto detallado, de algunos aspectos relacionados con la respiración humana y de algunas características del medio natural en la cual aquella ocurre: la atmósfera terrestre.

El maestro remarca que el propósito de todas las actividades del segundo acercamiento estará enfocado a desarrollar aspectos de la atmósfera terrestre y de la respiración humana que son pertinentes a la situación que nos ocupa.

SEGUNDO ACERCAMIENTO

INTRODUCCION

El segundo acercamiento es la parte más larga y pesada. Las numerosas actividades que se realizan tienen como propósito recordar algunos conceptos y relaciones que son indispensables a la comprensión del problema. Como se dijo más arriba, los conceptos y relaciones que se estudian tienen que ver con la atmósfera terrestre y la respiración humana.

Sobre la atmósfera terrestre se recuerdan, rápidamente, su composición y tamaño, y con un poco más de detalle, el concepto de presión atmosférica y su medida, lo cual hace necesario que los alumnos recuerden ideas como la de densidad, presión, fuerza, peso y atracción gravitacional. Por la importancia que para nuestro estudio tiene, particular atención se le dedica al concepto de presión atmosférica y a la variación que muestra con la altura. Además de lo anterior, se muestran a los estudiantes diversos hechos en que se manifiesta la presión atmosférica, al tiempo que se les recuerda los principios de Pascal y de Arquímedes, así como la condición de equilibrio para un sistema mecánico, sin los cuales no se pueden explicar los hechos mostrados.

En cuanto a la respiración humana, entendida ésta como la transferencia de los gases entre la atmósfera terrestre y el cuerpo humano, los aspectos que los alumnos recuerdan son los siguientes; el mecanismo por el cual se da la transferencia del aire atmosférico y el dióxido de carbono entre el medio ambiente y los pulmones; la función de los alveolos pulmonares, así como los gases que en él están presentes.

Como se puede ver, los contenidos que se recuerdan en el segundo acercamiento pertenecen a la Física, Biología, Matemáticas y Química, y se presentan en forma aislada, separada y en donde su única vinculación es aquella que obedece a la propia lógica de la ciencia a la que pertenecen. El propósito del siguiente acercamiento es integrar estos conocimientos vía la solución al problema planteado en el primero.

ATMÓSFERA TERRESTRE

La atmósfera terrestre es una gran envoltura de muchos kilómetros de grueso, la atmósfera terrestre es una mezcla de gases que rodea completamente la Tierra. Sin embargo, las propiedades de este gas no son las mismas a medida que se asciende sobre la superficie terrestre. Por ejemplo, varía su composición, temperatura y densidad. Por otro lado, la atmósfera terrestre forma parte de un complejo sistema, cuyas interacciones han propiciado, y mantenido, el desarrollo de la vida terrestre. Sin ella, la vida, tal como la conocemos, es algo impensable.

En este apartado se abordan aspectos generales que permitan al alumno formarse una idea global de la atmósfera terrestre: los gases que la componen; su tamaño, y cómo es éste comparado con el de la Tierra; sus distintas capas que la constituyen, y lo que las hace diferentes; algunos hechos que la vuelven imprescindible para la vida en la Tierra.

SEGUNDO ACÉRCAMIENTO GENERALIDADES DE LA ATMÓSFERA TERRESTRE

INTRODUCCION

Semejante a una gran envoltura de muchos kilómetros de grueso, la atmósfera terrestre es una mezcla de gases que rodea completamente la Tierra. Sin embargo, las propiedades de este gas no son las mismas a medida que se asciende sobre la superficie terrestre. Por ejemplo, varía su composición, temperatura y densidad. Por otro lado, la atmósfera terrestre forma parte de un complejo sistema, cuyas interacciones han propiciado, y mantenido, el desarrollo de la vida terrestre. Sin ella, la vida, tal como la conocemos, es algo impensable.

En este apartado se abordan aspectos generales que permitan al alumno formarse una idea global de la atmósfera terrestre: los gases que la componen; su tamaño, y cómo es éste comparado con el de la Tierra; sus distintas capas que la constituyen, y lo que las hace diferentes; algunos hechos que la vuelven imprescindible para la vida en la Tierra.

ACTIVIDAD II-2-G-1

EXAMEN DIAGNOSTICO DE GENERALIDADES
DE LA ATMOSFERA

El profesor recuerda a los alumnos que con el objeto de comprender, tanto el problema que surge cuando un individuo respira en condiciones de baja presión atmosférica y escaso oxígeno, como su solución, se hace necesario conocer de manera más profunda, algunos aspectos de la atmósfera terrestre y de la respiración humana. En tal sentido, el maestro explica a los alumnos que primero se abocarán al tratamiento de la atmósfera y con posterioridad al de la respiración. Al tiempo que les indica que la actividad siguiente tiene la finalidad de diagnosticar, de alguna medida, el grado de conocimiento y comprensión que sobre aspectos de la atmósfera terrestre poseen.

El maestro aprovecha la oportunidad para reiterarles a los estudiantes, que todas las preguntas orales o escritas que se les formulan durante el curso, no tienen por objetivo asignarles una calificación, sino mostrar o revelar, determinado grado de comprensión, conocimiento o dominio de cierto objeto de conocimiento.

A continuación el profesor les entrega un cuestionario impreso, que los alumnos deberán contestar individualmente y por escrito. El contenido de dicho cuestionario es el siguiente:

EXAMEN DIAGNOSTICO

GENERALIDADES DE LA
ATMOSFERA

Lee con atención las siguientes preguntas y contéstalas, en el espacio indicado.

1. *¿Qué es la atmósfera?*

RESPUESTA

2. *¿Cuánto mide de espesor la atmósfera?*

RESPUESTA

3. ¿Cuáles son las distintas capas que componen a la atmósfera terrestre?

RESPUESTA

4. ¿Cuál es la composición de la atmósfera?

RESPUESTA

5. En todos sus puntos, ¿la atmósfera tiene la misma cantidad de componentes? Justifica tu respuesta.

RESPUESTA

ACTIVIDAD II-2-G-2 REVISIÓN DEL EXAMEN DIAGNÓSTICO

Para cada pregunta del cuestionario anterior, el profesor solicita a un alumno que lea su respuesta. A continuación, interroga al resto del grupo a fin de conocer las respuestas diferentes a la pregunta en cuestión. En el caso que la respuesta que haya dado el grupo sea única, el maestro indica si ésta es correcta o incorrecta, sin que para el segundo caso, proporcione la respuesta correcta. En el momento que se obtengan respuestas diferentes a la misma pregunta, el grupo discute, opina, sobre las distintas respuestas con el objeto de ver si es posible decidir cuál es la correcta. Si el grupo llega a estar de acuerdo o se convence con alguna de las respuestas emitidas, el profesor simplemente se pronuncia juzgando lo correcto o incorrecto del resultado al que se llegó; siempre permaneciendo sin proporcionar respuestas correctas a resultados equivocados. Cuando el grupo no haya podido ponerse de acuerdo en alguna de las respuestas, la pregunta queda registrada como "sin respuesta", y el profesor indica que la solución se encontrará en la siguiente actividad.

Revisado por completo el cuestionario, el grupo hace un balance de los resultados correctos e incorrectos a que llegaron y el profesor interviene con el objeto de resaltar la importancia, que para

la situación que nos interesa, reviste el conocer las respuestas correctas a las preguntas antes formuladas.

Cabe señalar que resulta muy probable que cuando el grupo realiza el balance, al que se hace referencia en el párrafo anterior, el número de preguntas en las que no hubo acuerdo en la respuesta (etiquetadas como "sin respuesta"), el de preguntas que realmente no tuvieron respuesta y el de respuestas equivocadas sea mucho mayor que las que tuvieron respuestas correctas. Construir respuestas correctas a las anteriores preguntas es el propósito fundamental de las actividades dedicadas a los generalidades de la atmósfera.

ACTIVIDAD 11-2-G-3

LECTURA SOBRE GENERALIDADES DE LA ATMÓSFERA Y CORRECCION, EN BASE A ELLA, DEL EXAMEN DIAGNOSTICO

El propósito de esta actividad es que el estudiante utilice o se sirva de una lectura con el objeto de que realice las correcciones pertinentes a las respuestas que dió al cuestionario anterior. No se intenta que llegue a comprender los diferentes aspectos de la información contenida en la lectura, ya que los aspectos centrales de ella serán objeto de actividades posteriores.

Los alumnos realizan la lectura del texto "LA ATMÓSFERA", que el profesor les proporciona, y en base a la cual realizan las correcciones que consideren pertinentes a las respuestas dadas al cuestionario. El contenido del texto es el que a continuación se reproduce.

LECTURA 11-2-1

LA ATMÓSFERA

"Geografía uno". Primer Grado.
Andrade, Victoria et. al.
Edit. Trillas.
México, 1986.

Pregunta a algunos de tus familiares y amigos: ¿qué es la atmósfera? Descubrirás que la mayoría de ellos no puede contestar tu pregunta, porque la atmósfera es invisible. ¿Has pensado que el hombre puede vivir sin alimento o sin agua algunos días, pero sin aire, sólo algunos segundos?

La atmósfera es la capa invisible, formada por la mezcla de varios gases, que envuelve a la Tierra y constituye un elemento vital para la existencia del hombre. Si la atmósfera desapareciera, las condiciones generales de nuestro planeta cambiarían radicalmente: reinaría un absoluto silencio, pues el sonido carecería de un medio para su transmisión; la diferencia de temperatura entre el día y la noche sería,

posiblemente, de más de cien grados centígrados; en la parte iluminada, los rayos solares harían hervir el mar; en la parte oscura, el frío congelaría el fondo de los océanos. Sin su capa protectora, la superficie terrestre recibiría el impacto directo de los meteoritos y los rayos ultravioleta del Sol, que llegarían en su totalidad hasta ella haciendo desaparecer toda forma de vida.

Composición y estructura de la atmósfera

Durante mucho tiempo el hombre consideró como atmósfera a la troposfera, que es sólo su capa inferior y la única con la que tuvo contacto durante la mayor parte de su existencia. El conocimiento de las otras capas atmosféricas se debió en su mayor parte al incremento de la aviación y a los viajes espaciales. Actualmente han sido colocados en la ionosfera, una de las capas superiores de la atmósfera, varios satélites meteorológicos, dotados de instrumentos de alta precisión, que giran alrededor de la Tierra y permiten vaticinar el estado del tiempo con bastante exactitud.

La atmósfera está formada por cuatro capas: troposfera, estratosfera, ionosfera, y exosfera. Algunos autores agregan, entre la estratosfera y la ionosfera, otra capa a la que denominan mesosfera. Esta división se basa principalmente en los cambios de temperatura que sufre la atmósfera a diferentes alturas (fig. 4.26).

La troposfera es la capa inferior de la atmósfera. Su nombre significa esfera de cambios y se debe a que en ella se producen los vientos y se forma la mayoría de las nubes que se precipitan en forma de lluvia, nieve o granizo. Se extiende desde la superficie terrestre hasta aproximadamente 17 km de altura en la zona ecuatorial y entre 8 y 10 km en las zonas polares donde, como consecuencia de las bajas temperaturas, los componentes atmosféricos se contraen.

En la troposfera se concentra alrededor del 90% de la masa total de la atmósfera y casi todo el vapor de agua que existe en ésta. Contiene, además, millones de pequeñísimas partículas de polvo a las que se llaman, en gran parte, los intensos colores que adopta el firmamento antes de la salida y de la puesta del Sol.

La troposfera está constituida casi totalmente por dos gases: nitrógeno y oxígeno. El primero, como puedes observar en la figura 4.28, representa el 78% de la composición, y el oxígeno el 21%. Existen además, en pequeñísimas proporciones, otros gases como el argón, el bióxido de carbono, el kriptón, el helio y algunos más. Su temperatura no es uniforme; disminuye con la altura y alcanza -53°C en su límite superior, denominado *tropopausa*.

La estratosfera se extiende desde la tropopausa hasta 50 km sobre el nivel del mar. Su composición es diferente de la de la capa anterior. En ella el nitrógeno disminuye notablemente; existen, en cambio, importantes cantidades de hidrógeno y ozono. Este último se concentra entre los 20 y 40 km de altura donde forman una capa que no permite el paso de las radiaciones ultravioletas del Sol, las cuales, si llegaran a la superficie terrestre, destruirían la vida.

La temperatura aumenta en esta capa. Observa en la figura 4.26 que a los 50 km llega a 0° . A esta altura se produce otro cambio notable en la temperatura; por esta razón, varios autores consideran que aquí termina la estratosfera y comienza la mesosfera, la cual se extiende hasta los 80 km de altura. Observa en la gráfica que en esta zona la temperatura desciende de 0° a -83°C .

La ionosfera o termosfera se extiende aproximadamente entre los 80 y 600 km de altura. Su existencia no fue descubierta hasta el presente siglo. Los rayos X y los rayos ultravioleta del Sol producen reacciones químicas y alteran la estructura electrónica de los átomos, a los cuales transforman en partículas con carga eléctrica, llamadas *iones*. La temperatura vuelve a elevarse en esta capa y alcanza más de $1\,000^{\circ}\text{C}$. Es la zona de las auroras boreales y en ella se incendian los meteoritos. Sus capas reflejan algunas ondas de radio y, gracias a esa propiedad, las transmisiones pueden ser escuchadas a gran distancia.

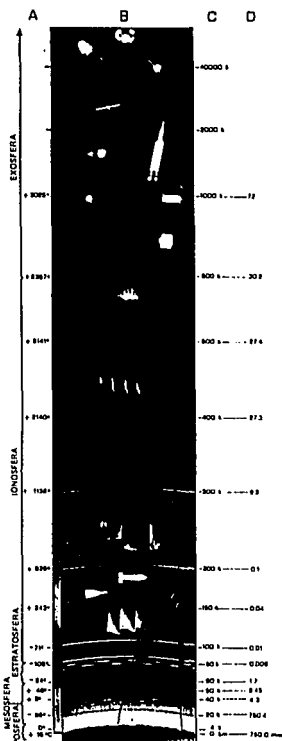


FIG. 4.26. CAPAS CONSTITUTIVAS DE LA ATMÓSFERA. En las columnas A y D pueden observarse los cambios que sufren la temperatura y la presión de acuerdo con la altura que aparece en la columna C; en B, están representadas otras características de la atmósfera.

La exosfera se extiende a partir de los 600 km de altitud y se confunde, en sus porciones superiores, con el espacio interestelar. En 1962 se descubrió que está constituida por una capa de helio a la que rodea otra capa de hidrógeno. Actualmente está siendo estudiada con ayuda de diversos instrumentos.

Otras características de la atmósfera

La atmósfera es diatérmica porque permite pasar a través de ella gran parte del calor que recibe del Sol. El término *diatermancia* deriva del griego *dia* (a través) y *thermos* (calor); significa, por lo tanto, "transparencia" para el calor. Del total del calor solar que recibe la atmósfera, sólo absorbe alrededor de una quinta parte, deja pasar

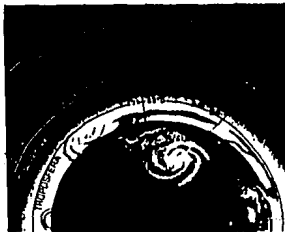
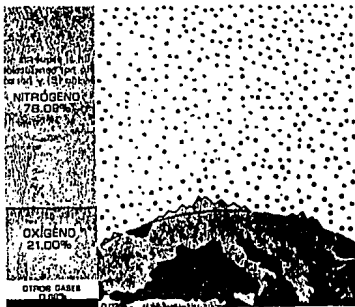


FIG. 4.27. CAPAS CONSTITUTIVAS DE LA ATMÓSFERA. En el esquema están representadas la troposfera y la estratosfera así como la zona intermedia entre ambas, denominada tropopausa. La troposfera está en contacto directo con la superficie terrestre, en consecuencia, es la que más interesa al hombre. Obsérvese que la altura de la troposfera varía entre 6 km, sobre los polos y 17 km sobre el ecuador; su temperatura disminuye con la altura en sus (mitas superiores, descendiendo, en promedio hasta -63°C . La estratosfera contiene una capa de ozono que absorbe las radiaciones ultravioletas del sol, la cual, además de impedir que estas radiaciones lleguen a la superficie terrestre y destruyan la vida, origina un aumento de la temperatura la que llega a más de 100°C en las porciones superiores de la estratosfera. La línea roja de la derecha indica la retracción.

FIG. 4.28. Composición química de la troposfera.

hasta la superficie terrestre un poco menos de la mitad y refleja hacia el espacio la energía restante.

Entre la atmósfera y la superficie de la Tierra hay un continuo intercambio de energía. El calor solar que llega a la superficie terrestre es absorbido por ésta. Las capas inferiores de la atmósfera, que están en contacto directo con esa superficie, se calientan por *conducción*. (Véase fig. 4.29.) Al aumentar su temperatura se dilatan y ascienden hacia las regiones altas de la atmósfera, desde donde descienden corrientes de aire frío hacia las capas inferiores. En esta forma se establece un movimiento continuo de ascenso de aire caliente y descenso de aire frío. Este fenómeno, al que se denomina *convección*, contribuye a calentar las porciones elevadas de la atmósfera como ya se te explicó en la Unidad 1.

De la información anterior puedes deducir que la atmósfera se calienta por conducción o contacto directo, por convección y por radiación. Además de la radiación directa que le llega del Sol recibe la que irradia la superficie de la Tierra.

La propiedad de la atmósfera de absorber y perder calor con lentitud impide el calentamiento brusco de la Tierra, después de que sale el Sol, así como su rápido enfriamiento, cuando el astro se oculta.

Componentes de la atmósfera que permiten la existencia de los seres vivos

Mencionárcmos, una vez más, que la atmósfera es indispensable para la vida de los organismos terrestres. El oxígeno que contiene es necesario para la oxidación de los compuestos orgánicos y la obten-

ción de energía; sin este elemento, los seres vivos morirían en unos segundos.

El anhídrido carbónico es fundamental para que las plantas produzcan los carbohidratos que constituyen la base de la cadena alimenticia que sostiene casi la totalidad de los organismos terrestres.

Vimos en páginas anteriores que sin la capa protectora de ozono

FIG. 4.29. En el esquema están representados el calentamiento por conducción o contacto directo (A) por radiación (B) y por convección (C).

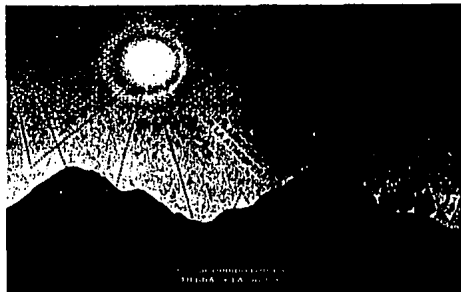
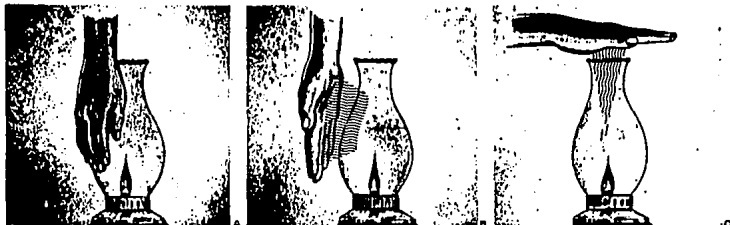


FIG. 4.30. Alrededor del 34% de la energía que recibe la Tierra es reflejada al espacio desde la superficie y la atmósfera terrestre, el 55% restante es primero absorbido en 47% por las tierras y aguas, y 10% por la atmósfera y posteriormente radiado al espacio.

que existe en la ionosfera las formas de vida conocidas no serían posibles.

A la mezcla de gases que constituye la atmósfera se han agregado, en los últimos años, sustancias extrañas que provocan la contaminación atmosférica. Lee en la Unidad 1 los párrafos en los que se habla de la contaminación.

ACTIVIDAD 11-2-G-4**2a. REVISION COLECTIVA DEL EXAMEN DIAGNOSTICO**

A solicitud del profesor, un alumno lee su respuesta para alguna de las preguntas que integran el cuestionario. En seguida, de manera grupal, se discute sobre la corrección o incorrección de la respuesta dada, de tal suerte que el grupo, en su totalidad, llegue a establecer la respuesta correcta. Esto se hace para todas las preguntas que integran el cuestionario.

ACTIVIDAD 11-2-G-5**UN ANALISIS DE LA LECTURA SOBRE ATMOSFERA.**

Es conveniente que los estudiantes desarrollen su conciencia de la multiplicidad de conocimientos que de alguna forma se integran en el estudio de la situación. Estos conocimientos incluyen no solamente conceptos, sino también leyes o principios y algoritmos que tradicionalmente se han ubicado en diferentes áreas del conocimiento. Para la situación que se está estudiando, estos conocimientos pertenecen a materias que el alumno ha estudiado en su educación media básica y se pertenecen a capítulos que aparecen en la Geografía, la Física, la Biología, la Química y las Matemáticas.

Por lo anterior, esta actividad retoma la lectura que se utilizó en la ACTIVIDAD 11-2-G-3. En base a ella, el estudiante elabora un listado que incluya conceptos, leyes o principios y algoritmos que aparecen en el citado material.

Esta actividad, por la importancia que reviste, se realiza recomendándole al estudiante que la lleve a cabo después de leer cuidadosamente el material y de subrayar aquello que en el texto identifique como conceptos, leyes o principios y algoritmos. El subrayado se realiza con tres colores diferentes, uno para cada tipo de conocimiento de que se trate.

ACTIVIDAD 11-2-G-6**DISCUSION POR EQUIPOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ACTIVIDAD ANTERIOR**

Después de que el profesor integra equipos de cuatro personas, éstas revisan, comparan, contrastan, los resultados que cada uno

obtuvo en la actividad anterior, a fin de llegar, en caso de ser posible, a un resultado unificado entre ellas. Si en el equipo hubiese discrepancias en algún punto, éstas se registran por escrito para ser tratadas en la actividad siguiente.

ACTIVIDAD 11-2-G-7 DISCUSION GRUPAL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ACTIVIDAD ANTERIOR

El profesor le solicita a un alumno que lea el primer párrafo de la lectura y que indique qué de él fue subrayado por su equipo y en qué rubro se ubicó, en el listado, cada aspecto subrayado. El grupo discute lo expresado en la intervención, con el objeto de aclararlo, ampliarlo, simplificarlo o corregirlo. Esto se hace para cada párrafo de la lectura, hasta que el grupo unifique el contenido del listado elaborado por los estudiantes.

ACTIVIDAD 11-2-G-8 ANALISIS DE ALGUNOS ASPECTOS DE LOS CONTENIDOS DEL LISTADO CONCLUIDO EN LA ACTIVIDAD ANTERIOR

En esta actividad el profesor interviene con el propósito de señalar, enunciar, enumerar y describir distintos aspectos que son importantes para la comprensión y aprovechamiento de una lectura de carácter científico.

En primer lugar, el maestro, enuncia y escribe en el pizarrón los puntos a desarrollar en su participación. Estos son :

1. Finalidad de una lectura.
2. Lenguaje científico : conceptos, en el lenguaje común y conceptos, en el lenguaje científico.
3. Algunos elementos a considerar en una lectura científica:
 - a. Conceptos.
 - b. Definiciones de conceptos.
 - c. Relaciones causales.
 - d. Relaciones cuantitativas y cualitativas.
 - e. Leyes y principios.

f. Algoritmos.

4. Resumen, y su redacción, de un texto científico.

Para realizar esta actividad, el profesor se vale de la primera lectura, la cual él previamente debe haber analizado en los distintos aspectos antes señalados.

Cada uno de los puntos enlistados anteriormente se ilustran o ejemplifican en la medida de lo posible, utilizando el contenido de la lectura, y para aquellos aspectos que no fuese posible utilizarla, se recurre a las otras lecturas que el estudiante abordará subsecuentemente.

Con el objeto de poderse formar una idea más clara de lo que se pretende realizar en esta actividad, la continuación se da una breve explicación de las consideraciones antes enlistadas.

EXPLICACION 1. "FINALIDAD DE UNA LECTURA". El profesor explica que solamente con una finalidad clara, con un objetivo determinado es posible que una lectura sea provechosa. Una lectura tiene el propósito de proporcionar respuestas a preguntas planteadas y que entre más claras y definidas sean estas últimas, la lectura se torna más interesante. Leer por leer tiene sentido, pero no utilidad.

EXPLICACION 2. "LENGUAJE CIENTIFICO : CONCEPTOS, EN EL LENGUAJE COMUN Y CONCEPTOS, EN EL LENGUAJE CIENTIFICO". En este punto el profesor hace notar que una lectura de carácter científico es una estructura construida a partir de lenguajes, algunos del dominio común y otros pertenecientes a disciplinas científicas cuyo significado y comprensión está restringido solamente a algún individuo que ha sido iniciado en su significación y uso. El maestro ilustra estos distintos lenguajes señalando conceptos y relaciones del listado elaborado por los estudiantes y de vocablos de uso común escogidos del texto.

Es conveniente que el profesor haga énfasis en el hecho de que una carencia del aspecto semántico del lenguaje utilizado, dificulta, bloquea o imposibilita la comprensión de un texto.

Un aspecto importante en el que el maestro se detendrá, es aquel que se refiere a la existencia de términos polisémicos que en el uso cotidiano tienen una acepción diferente a lo que significan

cuando forman parte de un lenguaje científico. Por ejemplo, el caso del término proposición, cuyos significados son distintos para la Lógica y el lenguaje cotidiano:

Es conveniente desarrollar, en los estudiantes, el aprecio y la valoración de las enciclopedias y diccionarios como herramientas imprescindibles en el proceso de adquisición del conocimiento, en particular, en su papel de bastos colecciones de significados.

EXPLICACION 3. "ALGUNOS ELEMENTOS A CONSIDERAR EN UNA LECTURA CIENTÍFICA" a. **CONCEPTOS.** Posiblemente el aspecto fundamental en algunas corrientes pedagógicas es aquel que tiene que ver con la construcción, por parte del individuo que aprende, de los conceptos mediante los cuales se representan y describen tanto objetos y hechos o sucesos del mundo real, como creaciones de carácter puramente intelectual, que si bien, tienen sus raíces en algún aspecto de la realidad sensible, rápidamente se independizan de ella, constituyendo, por sí mismas, un mundo de abstracciones.

De momento nuestro interés no se centra en los aspectos formativos o constructivistas de algún concepto en particular, sino únicamente su identificación en el cuerpo de una lectura.

El profesor hará notar que existen distintos tipos de conceptos (cualitativos, cuantitativos, de relación) que se utilizan para expresar aspectos diferentes de un cierto ente en especial. Para ello, toma como ejemplo el listado de conceptos elaborado a partir de el texto "LA ATMÓSFERA", en el cual se encuentran conceptos como los de: atmósfera, planeta, temperatura, grados centígrados, frío, océano, meteorito, rayos ultravioleta, sol, tropósfera, densidad, lón, disminuir, contraer, aumentar, por ciento. Este listado es adecuado para poner de manifiesto la existencia de conceptos cualitativos -frío- ; cuantitativos -temperatura, grado centígrado, por ciento, densidad- ; conceptos que definen cierto tipo de objetos o entes -atmósfera, planeta, océano, meteorito, rayos ultravioleta, sol, tropósfera- ; conceptos que expresan variación de alguna magnitud -disminuir, contraer, aumentar- .

Otro aspecto relacionado con los conceptos y que es conveniente que el estudiante recuerde, y que pueda realizar, es su clasificación, de acuerdo al área de conocimiento a que pertenece. Puede ocurrir que por la inexperiencia de los estudiantes, algunos conceptos no sean ubicados en el área de conocimiento al que pertenecen; un ejemplo lo constituye el concepto 'atmósfera

terrestre, que, en sí es difícil de ubicar. Sin embargo, a grandes rasgos, el profesor describirá que los diferentes conceptos científicos, para lo que nos interesa, los podemos ubicar en el ámbito de alguna de las ciencias básicas (Matemáticas, Física, Química y Biología) que él conoce. Así por ejemplo, conceptos como planeta y atmósfera terrestre, que si bien se sabe pertenecen a la Astronomía y a las Ciencias de la Tierra, respectivamente, bastará que el estudiante las incluya en las Ciencias Físicas.

3.b. DEFINICION DE CONCEPTOS. Particular atención se dedicará a la identificación, en la lectura analizada, de aquellos conceptos cuya definición se da explícitamente en el texto.

El profesor hará notar la importancia que tiene la definición de conceptos en un área de conocimientos en particular, en virtud de que en ella se establecen las condiciones necesarias y suficientes, que debe cumplir un ente cualquiera para que pertenezca al conjunto de objetos designados por el concepto.

3.c. RELACIONES CAUSALES. Establecer, identificando previamente la conexión o relación entre hechos, en apariencia ajenos, es una de las tareas centrales de las ciencias no formales. El profesor ilustrará, recurriendo a ejemplos sencillos, cómo una serie de elementos se integran para causar o dar origen a un hecho distinto. Así por ejemplo, exhibirá que la existencia de nubes, y disminución de temperatura a un cierto valor son la causa de la lluvia. De momento, cabe aclarar que, por la naturaleza de la lectura que sirve de base a esta actividad, la cual es de carácter descriptivo ya que ahí se define la atmósfera terrestre y se enumeran una serie de características de ella, pero no se estudia ningún fenómeno en particular, no aparecen en ella, de manera explícita, relaciones causales. Sin embargo, el profesor indicará que cuando se trata de explicar fenómenos como la lluvia, el granizo, los vientos y las nevadas, sucesos todos ellos que ocurren en la tropósfera, de lo que se trata es de buscar otras series de hechos o circunstancias que al conjugarse dan origen a cada uno de los fenómenos anteriores.

El profesor hará énfasis de lo relativo, que para un hecho o suceso, lo constituye el ser causa en algunas circunstancias y efecto en otras.

Puede parecer ocioso mencionarlo pero, hay que tener presente, y el maestro así lo manifestará, que una relación causal se establece entre un conjunto de circunstancias que se llaman la causa

y otro hecho que se denomina el efecto. El profesor, en unión con los estudiantes, elaborará conjuntos de parejas de hechos entre los cuales se dá la relación causa-efecto.

Finalmente, en particular, el maestro hace notar que la disminución de la densidad atmosférica, es un efecto que debe, necesariamente, tener una causa. En otras palabras, que debe existir un hecho o un conjunto de hechos que den razón o sean los responsables, de tal suceso.

3.d. RELACIONES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS. Antes de ejemplificar relaciones cuantitativas o cualitativas, el profesor explicará que en un objeto o suceso aparecen cualidades o características que pueden o no, ser cuantificadas. En otras palabras, que en una circunstancia o situación pueden o no estar presentes elementos de carácter matemático.

Por la naturaleza puramente descriptiva de la primera lectura (en donde se define la atmósfera terrestre y se mencionan algunas características de ella), esta lectura es adecuada para preguntarse y contestarse por aquellas propiedades matemáticas que tenga la atmósfera terrestre. Por ejemplo, tiene volumen, peso, densidad, presión, temperatura y masa, todas ellas expresables con números que provienen del hecho de poder cuantificar tales propiedades.

El profesor explicará que, en esta primera lectura, la utilidad de las Matemáticas radica en expresar numéricamente, cualidades de la atmósfera.

Una cuestión importante en la que el maestro hará énfasis, es en el proceso de idealización que se sigue para atribuirle a un objeto o circunstancia alguna característica que si bien, no la posee "completamente" el objeto, se puede decir que tiene ciertas "cualidades" que nos permiten, de manera ideal, aproximarlas a tal característica, que es útil en determinadas ocasiones. Así por ejemplo, el profesor explicará que, a pesar de que la forma geométrica de la Tierra no es exactamente esférica, para muchos fines o propósitos, considerarla como una esfera perfecta, es una idealización adecuada, por ejemplo para cuando se quiera estimar, aproximadamente, su volumen.

En lo posible, el maestro mostrará una colección amplia de ejemplos, en donde exhiba la importancia del proceso de idealización de características para un objeto o una situación. Este proceso de idealización o abstracción, es el que permite, por un lado, "borrar" de un objeto aquellos aspectos que no se consideren pertinentes para el estudio que de él se está haciendo, o atribuirle una peculiaridad ante la cual, él, solamente representa una aproximación. Este punto lo ilustra el profesor para el caso de la atmósfera terrestre, mencionando explícitamente todos aquellos aspectos que se han idealizado, sobre todo cuando se habla del tamaño de la atmósfera, del de sus capas componentes y de las temperaturas de cada una de ellas. Por ejemplo, se hacen suposiciones de que tanto la atmósfera, como sus distintas capas son esferas perfectas, que los gases atmosféricos son completamente homogéneos en todos los puntos de una capa y que no se presenta ningún tipo de fenómeno atmosférico. Es decir, se tiene en la mente una gran masa de gases que se extiende desde la superficie terrestre hasta determinadas alturas en una forma tal que, en dicha masa, no ocurre ningún fenómeno que altere sus propiedades al menos, para cada una de las capas que la componen.

A riesgo de parecer reiterativo, el profesor, con la ayuda de los alumnos, describirá objetos y circunstancias, enunciando, con la mayor claridad posible, tanto aspectos matemáticos o cuantificables, como otros para los cuales no es factible encontrar una expresión numérica.

Con respecto a relaciones cuantitativas, el maestro aclarará, en primer término, que éstas se establecen entre dos o más propiedades cuantitativas de un objeto. Ilustra este tipo de relaciones, con algunas que el estudiante conoce; por ejemplo, las que establecen con áreas de algunas figuras geométricas. Si bien, la primera lectura no enuncia, de manera explícita, una relación matemática, es viable obtenerla, considerando la variación de temperatura de las distintas capas atmosféricas con respecto a la altura.

El profesor recuerda a los alumnos que, es el concepto de función el que se utiliza para establecer relaciones cuantitativas. Por otro lado, exhibe, con ejemplos obtenidos de la sección económica de periódicos, que las relaciones cuantitativas también pueden formularse por medio de tablas o gráficas.

Con el propósito de mostrar relaciones cuantitativas entre elementos importantes para la situación que nos ocupa, el maestro recurre a la lectura "LA PRESION ATMOSFERICA", en donde se presenta,

de manera explícita, relaciones funcionales expresadas: en lenguaje cotidiano ("...Al aumentar la altura la fuerza de gravedad disminuye...", página 116); en forma de tablas (página 118) y en forma de ecuaciones ($p = \rho h$, página 118). El profesor hará notar que aunque en ninguna de las lecturas que corresponden a este segundo acercamiento, aparecen relaciones funcionales expresadas en forma de gráficas, con posterioridad se ilustrará este aspecto de las funciones.

Una vez que el maestro ha tratado las relaciones cuantitativas, aclarará que si bien la atención del curso estará centrada en este tipo de relaciones, en las lecturas que realizarán aparecen relaciones cualitativas entre elementos no cuantificables de un objeto o situación. Se puntualiza que este tipo de relaciones se expresan, en general, en lenguaje cotidiano. Ejemplos de ellas, extraídas de la primera lectura, son las siguientes: "La atmósfera constituye un elemento vital para la existencia del hombre"; "La atmósfera está formada por cuatro capas"; "La atmósfera es diatérmica"; "Los rayos X producen reacciones químicas y alteran la estructura electrónica de los átomos"; "Entre la atmósfera y la superficie de la Tierra hay un continuo intercambio de energía"; Etc.

3.º LEYES Y PRINCIPIOS. En la segunda lectura, aparece el texto siguiente:

"...el aire...siempre se mueve de la zona de mayor presión hacia aquella donde ésta es menor. Esta ley,..."

el cual establece un comportamiento general del aire, es más, de cualquier fluido. No se pretende, que el profesor haga una presentación teórica acerca de la estructura del conocimiento científico y que profunde en los aspectos formales en relación a las leyes y principios. Más bien, se trata de remarcar la importancia que en la ciencia desempeñan. Es ésta, lo que justifica la atención que sobre ellas deberá poner el estudiante para identificar y comprender el papel que juegan en el estudio del fenómeno de que se trate.

Sobre el tema que nos ocupa, mucho podría decir el profesor. De momento, se considera conveniente que sólo haga referencia a los siguientes puntos:

1. Las leyes de la Ciencia Natural dan cuenta o explican, una serie de fenómenos en donde se cumplan los requisitos o condiciones que la ley establece. Un ejemplo de lo anterior, lo constituyen las siguientes situaciones: el ascenso

de agua, en edificios altos, mediante bombas; la inhalación y exhalación del aire atmosférico durante la respiración humana; el poder tomar agua utilizando un popote; la elevación de globos aerostáticos; que pueden explicarse, en parte, por la ley que se enunció al principio de este apartado.

II. Debido a que los estudiantes, por sus cursos de Ciencias Sociales, poseen conocimientos acerca de leyes de carácter social, se aclarará la profunda diferencia que existe entre, por ejemplo, las leyes de la Física, y aquellas que aparecen en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En esta parte basta señalar la arbitrariedad o convencionalidad que caracterizan a las Ciencias Sociales, y que no se presentan para las leyes de carácter natural.

III. La formulación, establecimiento o creación de leyes científicas es un proceso de naturaleza histórica. Entender y explicar, mediante leyes, cualquier ámbito del mundo natural, y algunos del social, es algo que ha consumido tiempo. En ello se ha empeñado dedicación y trabajo, no solamente de un individuo, sino de todo un grupo que, trabajando en diferentes tiempos y en circunstancias distintas, han contribuido a la elaboración de diferentes leyes.

3.F. ALGORITMOS. Un aspecto importante para la comprensión de una lectura científica lo constituye el hecho de poder identificar, y repetir, un determinado algoritmo que condujo a la obtención de algún resultado. Calcular porcentajes, resolver una ecuación, calcular el valor numérico de una expresión algebraica, son ejemplos de situaciones que requieren la realización de un algoritmo. No obstante que en las lecturas que efectuarán los estudiantes no aparecen de manera explícita, determinados algoritmos, en muchas partes de ellas hay necesidad de poder efectuar algunos de ellos con el fin de obtener, en general, algún valor numérico. Por ejemplo, cuando en la primera lectura se menciona que, "...en la tropósfera se concentra alrededor del 90% de la masa total de la atmósfera...", el estudiante comprenderá que para conocer la cantidad "real" de atmósfera que se encuentra en la tropósfera, hay necesidad de llevar a cabo una serie de cálculos, o sea, ejecutar un algoritmo.

EXPLICACION 4. "RESUMEN, Y SU REDACCION, DE UN TEXTO CIENTIFICO". Por la experiencia adquirida en sus años anteriores, un alumno sabe que el resumen de un texto, lección o tema debe contener. "lo importante de él". El aspecto complicado es determinar lo realmente

importante, lo cual puede llegar, con frecuencia, a caer en un terreno puramente subjetivo; lo que es importante para alguien, no necesariamente es importante para otro.

El profesor explica la importancia del resumen de un texto, clase o tema para el proceso de aprendizaje: en él se estructuran y sistematizan una serie de nociones relacionadas con alguna cuestión. Un resumen tiene la gran virtud de integrar elementos diferentes de un todo, previamente analizado en sus partes. No habrá resumen si antes no hay un análisis, con cierto detalle. Un resumen no contendrá detalles, constituirá una estructura global de relaciones entre distintos elementos.

Por deformaciones de nuestra educación, la elaboración de resúmenes se ha convertido en una de las actividades extracurriculares más estereotipadas y enfadosas: Al no mostrar las dificultades que entraña, su elaboración se reduce, la mayor de las veces, a un collage, sin ton ni son, de fragmentos del texto previamente subrayados.

Es necesario que se aclare lo complicado que es elaborar un buen resumen. Señalar las ventajas que su realización tiene, en la construcción del conocimiento por parte del estudiante. De principio, requiere asumir una actitud crítica frente al texto, lección o tema. Sin ella, no es posible discriminar lo esencial de lo secundario. Sin embargo, no hay que engañar al alumno. Se le hará notar que tener o asumir una actitud crítica, es algo que se desarrolla, que no se posee por el simple hecho de ir a la escuela.

El profesor puntualiza que para cada lectura que se haga en el curso, habrá su resumen correspondiente. Su elaboración contribuye a desarrollar habilidades valiosas como son analizar una estructura y sintetizarla en términos de sus elementos. Por eso, nos tomaremos el tiempo necesario en su realización. Para ello, el maestro aclara que, como cuestión metodológica, se pueden considerar dos momentos principales: primero: la determinación, selección y definición de su contenido; segundo: la elección y elaboración de la mejor presentación, en forma escrita, de tales contenidos. Se aclara que en la presentación se incluyen, tanto aspectos visuales del texto, como el ordenamiento, estructuración y coherencia de las ideas que se intentan transmitir; uso adecuado y correcto de los elementos gramaticales necesarios; legibilidad y limpieza del texto final.

**ACTIVIDAD 11-2-G-9 DETERMINACION, SELECCION Y DEFINICION
DEL CONTENIDO DEL RESUMEN DE LA
LECTURA "LA ATMOSFERA"**

El profesor interviene para recordar a los alumnos que en la elaboración de un resumen, lo primero es determinar la información que debe contener. Como es sabido, esta información será aquella que se considere de más importancia.

De lo anterior, el maestro hace del conocimiento de los estudiantes que en esta actividad y de manera grupal, se obtendrán algunos lineamientos que pueden servir de guía al momento en que se debe definir el contenido de algún resumen. Para lo anterior, el profesor explica que se utilizará la lectura "LA ATMOSFERA", la cual ya fue leída y analizada en algunos aspectos de su contenido.

El profesor le solicita a un alumno que conteste la pregunta: ¿Cuál es el contenido central del texto?

El maestro escribe la respuesta en el pizarrón. La somete a consideración del grupo a fin de precisar, enriquecer o reducir detalles, y en caso extremo, descartarla, buscando sustituirla por otra que se juzgue correcta.

El propósito de esta pregunta es orientar la atención del estudiante para que, por un proceso de abstracción, sea capaz de omitir de talles y concentrarse en captar lo fundamental de la lectura.

Puestos de acuerdo en lo que constituye el tema esencial de la lectura, el profesor da a un estudiante en particular, la siguiente instrucción: Indique que aspectos del tema, que se acaba de determinar, se abordan en el texto.

El procedimiento de revisión a la respuesta dada es, exactamente el mismo que el seguido con anterioridad.

El propósito de la segunda pregunta es, que el alumno sea consciente de que, por lo general, un texto no agota "todos" los aspectos relacionados con un tema en particular.

A continuación el maestro interviene para señalar, que una guía conveniente al definir el aspecto central de una lectura, es formular y contestar, de la manera más precisa, las dos preguntas anteriores.

Una vez que se han determinado, tanto el objetivo central del texto, como los aspectos que se desarrollan en él, el profesor interroga, a un estudiante en particular, acerca de lo que considere relevante, en torno a un aspecto específico, de los previamente definidos. Esto se hace para cada uno de los aspectos identificados. Al igual que con las preguntas anteriores, las respuestas que se obtienen en esta parte se someten a consideración del grupo, con el objeto de que se hagan las modificaciones pertinentes.

Algo que puede ayudar, a un estudiante, a definir aspectos relevantes del texto, son las tablas, gráficas y diagramas que contenga. El maestro hace notar que, por el carácter conciso de estos elementos, ellos, en sí mismos, sintetizan relaciones de aspectos que se abordan en él. El profesor pone en evidencia la importancia que las tablas, gráficas y diagramas desempeñan en una lectura. Por otro lado, señala lo adecuado y conveniente que para el estudiante resulta, el que fije su atención en ellos y se adiestre en la interpretación de la información que contienen.

Las conclusiones que se obtuvieron, en las diferentes actividades, se concentran en un especie de listado, cuya estructura mostrará los contenidos del resumen, así como su jerarquización y orden. La redacción del resumen respetará lo anterior.

Hasta este momento, se han señalado algunas ventajas que tiene elaborar resúmenes. Hay, sin embargo, una, en la que vale la pena insistir. Es aquella que tiene que ver con la adquisición de conocimientos a través de la lectura de un texto. El hecho de tener que efectuar un resumen, hace que la lectura sea más activa, atenta y detallada; lo que permite al alumno involucrarse un poco más, en los contenidos del texto, y con ello, ayudarlo a establecer relaciones entre estos últimos y la estructura conceptual que posea.

ACTIVIDAD 11-2-G-10

ELECCION DE LA PRESENTACION ESCRITA DEL RESUMEN, Y ELABORACION DE ESTE.

Previamente a la redacción, por parte del alumno, del resumen propiamente dicho, el profesor indica que para la elección de la mejor presentación escrita de sus contenidos, se atienden los siguientes aspectos:

1. La extensión, sobre todo si para ésta previamente se determinó alguna.

2. Los márgenes, espacios y golpes. Cuando éstos se estipulan, respetar las indicaciones. En caso contrario, sujetarse a las normas comunmente aceptadas.
3. La forma más adecuada (tablas, gráficas, cuadros sinópticos, diagramas y/o textos en prosa) para presentar los contenidos del resumen.

Concluidas las indicaciones anteriores, cada alumno elabora, en casa, el resumen de preferencia a máquina, que deberá entregar al maestro para su revisión extralase y posterior devolución con las correcciones que sean necesarias.

ACTIVIDAD 11-2-G-11 CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LA TIERRA CON SU ATMOSFERA

Un diagrama en dos dimensiones, en el sentido amplio de diagrama, es una estructura completa, total e integral que resulta de un proceso de abstracción y síntesis de elementos particulares o específicos de un cierto hecho, situación o aspecto de la realidad.

La importancia de elaborar diagramas, desde un punto de vista formativo, radica, precisamente, en que su elaboración requiere de procesos fundamentales como el de observación, abstracción, síntesis y estructuración. Lo anterior explica la dedicación que se le asigna al dibujo en la educación preescolar. De alguna manera, poder realizar un dibujo, diagrama o esquema necesita el poner en juego un cierto tipo de actividades mentales que contribuyen a desarrollar el pensamiento de tipo formal.

El pensamiento se da sobre símbolos o representaciones, cuyo significado son conceptos o relaciones entre ellos. No es posible el pensamiento sin tener una representación de lo pensado. En general, todos podemos formarnos, mentalmente, una amplia variedad de imágenes. No solamente de objetos o situaciones reales, sino también de conceptos y relaciones abstractas.

Rotomando la experiencia que los estudiantes tienen en la elaboración de diagramas (seguro que no hay alumno de secundaria que no haya hecho un esquema del Sistema Solar y otro para las partes de la flor), los propósitos de esta actividad son:

1. Que el estudiante reconozca que para realizar un diagrama de un objeto, hecho o circunstancia, median

procesos como los de observación, abstracción, análisis y síntesis.

2. Que el estudiante reconozca de manera, lo más explícita posible:

- los elementos que del objeto, hecho o circunstancia aparecen en el diagrama;
- los elementos que del objeto, hecho o circunstancias son omitidas en el diagrama.

3. Que el estudiante reconozca que la representación gráfica de un objeto tridimensional, sobre una superficie de dos dimensiones, depende de la posición en la que se encuentre el observador que la realizó.

4. Que el estudiante realice un esquema bidimensional que represente a la Tierra con su atmósfera, de acuerdo a una escala arbitrariamente escogida.

Con el deseo de alcanzar los anteriores propósitos, se realiza lo siguiente:

ACTIVIDAD II-2-G-11-1. GENESIS DE UNA REPRESENTACION. El profesor muestra a los alumnos una primera serie de transparencias que incluye:

- un dibujo de Albert Einstein;
- una reproducción de la obra "La Libertad guiando al pueblo" de Eugene Delacroix;
- un diagrama para el ciclo del nitrógeno;
- un diagrama para el proceso de producción de cobre metálico;
- el organigrama de una empresa;
- un diagrama de circuito electrónico.

Para cada una de estas representaciones los alumnos, en discusión grupal y ayudados por el profesor, contestan las siguientes preguntas:

- * ¿Qué fin se persigue en cada una de las representaciones anteriores?
- * ¿Por qué se dice que cada una de las representaciones anteriores es una "abstracción" de cierto aspecto de la realidad?
- * ¿En qué sentido se dice que cada una de las representaciones anteriores requirió de una cierta observación?
- * ¿En qué momento se efectúa la operación de análisis, como una de las acciones para obtener la representación?

- * ¿En qué momento se efectúa la operación de síntesis, como una de las acciones para obtener la representación?
- * ¿Por qué se dice que cada una de las representaciones anteriores es una estructura total, integradora?
- * ¿Cuáles son algunos de los aspectos que, estando presentes en el sector de la realidad correspondiente, se omitieron al momento de realizar la representación? Enumera la mayor cantidad de ellos.
- * ¿Cuáles son algunos de los aspectos que, estando presentes en el sector de la realidad correspondiente, se conservan en la representación que se obtuvo? Enumera la mayor cantidad posible de ellos.
- * ¿Qué criterio se sigue para aceptar o rechazar, como parte de la representación, a los diferentes elementos de la situación real?

ACTIVIDAD II-2-G-11-2. EL "PUNTO DE VISTA" EN LA REPRESENTACION GRAFICA DE UN OBJETO. El profesor muestra a los alumnos la segunda serie de transparencias con imágenes de una silla observada desde puntos diferentes. La tarea, de los alumnos, es reconocer el objeto representado e indicar, más o menos, dónde se encontraba el observador al realizar cada una de las representaciones.

ACTIVIDAD II-2-G-11-3. REPRESENTACION GRAFICA DE UN CORTE DE ESFERA. El maestro muestra a los alumnos la tercera serie de transparencias con imágenes de una media naranja vista desde puntos diferentes. Los estudiantes determinarán cuál es el objeto representado y desde qué punto se hizo su representación.

ACTIVIDAD II-2-G-11-4. UNA REPRESENTACION DEL SISTEMA SOLAR. El profesor, finalmente, presenta a los estudiantes una imagen que represente al Sistema Solar. Para esta representación los alumnos harán explícitos los aspectos siguientes:

- * Que la representación corresponde al Sistema Solar visto desde una perpendicular al plano donde se encuentran los planetas y que pasa por el Sol.
- * Las suposiciones geométricas implícitas en la representación.
- * El significado de cada uno de los elementos del diagrama.
- * Algunos elementos de la situación real que se omitieron en la representación.

* Algunos elementos de la situación real que fueron considerados al hacer la representación.

* Enumerar los aspectos geométricos que intervienen en la representación.

ACTIVIDAD 11-2-G-11-5. CONSTRUCCION DE UN MODELO DE LA TIERRA CON SU ATMOSFERA. a. En una hoja tamaño carta, los alumnos construyen un diagrama, a escala, que represente el corte trasversal, visto de frente y en forma perpendicular, de la Tierra con sus diferentes capas atmosféricas.

b. Los alumnos, efectúan los siguientes cálculos:

- la superficie de la Tierra y de las distintas capas atmosféricas;
- el volumen de la Tierra y de las distintas capas atmosféricas.

Para poder realizar las experiencias 'a' y 'b', con anterioridad a la sesión en que se realizan, y en el momento que el profesor considere adecuado, asigna a los estudiantes la tarea de investigar, fuera de clase, los valores del radio terrestre y de las distintas capas atmosféricas. Además, les indica el día en que deberán llevar, al salón de clase, una regla de 30 cm, un compás y una caja de colores.

Mientras la revisión del trabajo que realizan los alumnos en las ACTIVIDADES 11-2-G-11-2, 11-2-G-11-3 y 11-2-G-11-4 se lleva a cabo mediante discusión grupal, sometiendo a consideración del grupo la respuesta emitida por alguno de sus miembros, en esta ACTIVIDAD (11-2-G-11-5), una vez que los estudiantes han construido el modelo de la Tierra con su atmósfera, se lo entregan al profesor. Este, fuera de clase, hace las correcciones necesarias y se las devuelve en la próxima sesión.

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

INTRODUCCION

En la atmósfera terrestre, la cantidad de gas por unidad de volumen, no es la misma, a diferentes alturas. A medida que se asciende, la atmósfera se hace más diluida. Este hecho es muy importante para la vida humana a grandes alturas: al hacerse la atmósfera más diluida, la cantidad neta de cada uno de los gases que la forman,

también disminuye: y en particular, el oxígeno. Elemento imprescindible para la vida humana. En resumen, a medida que nos elevamos sobre la superficie terrestre, encontramos menos aire, y en consecuencia, menor oxígeno para respirar.

ACTIVIDAD 11-2-D-1

CONCEPTO INTUITIVO DE DENSIDAD

En nuestra experiencia cotidiana aprendemos a manejar términos a quienes asociamos o cargamos de significados que posteriormente pueden limitar, bloquear, dificultar o impedir la comprensión de su significado científico. Un ejemplo, es el término densidad, y su correlativo denso. Lo mismo ocurre con otros conceptos que los entendemos en su sentido, digamos, cotidiano. En consecuencia, frente a uno de estos conceptos, si pretendemos que sean captados, en su acepción científica, hay necesidad de modificar, enriquecer, corregir, "enderazar" o francamente desechar el significado cotidiano.

Comunmente, densos son sólo ciertos materiales, sobre todo líquidos. Para la Física, en cambio, ser denso, o tener densidad, es una propiedad de toda la materia. Ahí reside la dificultad. Por que el uso diario atribuye la propiedad de denso a una cierta clase de materia, en cambio la Física lo hace para toda. Si previamente a la presentación científica del término denso, no se modifica la comprensión cotidiana de él, es muy difícil que haya una conceptualización de densidad, en el sentido de la Física, y es muy probable que aún después de su presentación, prive en el individuo la comprensión de uso cotidiano.

El "Diccionario del Español Moderno" de Martín Alonso (Aguilar, 1982) dice:

"Densidad. f. Calidad de denso. [...]"

y más adelante,

"Denso, -sa. adj. Compacto, apretado. [...]"

Vemos pues que ser compacto o apretado es tener la calidad de denso, o sea, poseer densidad. Y ¿si no se es compacto? Pues, no se tiene la calidad denso, y por lo tanto, no se tiene densidad. Y sin embargo, la Física dice que la densidad es una propiedad de toda la materia.

En lo anterior, no sólo está la dificultad de oposición entre significado común y significado científico, también subyace en ello

una incorrecta comprensión de la relación de implicación lógica, pues si bien es correcto decir que:

si es compacto o apretado, entonces es denso;
es incorrecto afirmar que:

si ni es compacto ni apretado, entonces no es denso.

o en forma resumida,

si $p \Rightarrow q$, no necesariamente $\neg p \Rightarrow \neg q$.

Es claro que el lenguaje cotidiano se las tiene que arreglar para referirse a un cúmulo de sustancias tan disímolas como son el mercurio, aceite, agua, alcohol, ..., y así decimos que el aceite es denso, el atole es denso, el mercurio es denso, ..., pero no atribuimos el adjetivo denso al alcohol o al agua. En otras palabras, se absolutiza un adjetivo, que no obstante, por el hecho de referirse a una cualidad, ésta se presenta bajo cierta gradación, es decir, se absolutiza algo relativo.

El propósito de esta actividad es que el estudiante reestablezca que la densidad es una propiedad de toda la materia y que, por lo tanto, lo correcto no es decir que:

el aceite es denso,

el atole es denso,

la leche es densa,

sino que el aceite, atole y leche tienen una densidad y que ésta es mayor que la del agua, pero menor que la del mercurio.

La actividad se inicia cuando el profesor les pide a los alumnos que expliquen, por escrito, el significado de los términos denso y densidad y que proporcionen tres ejemplos de su uso.

Una vez que los estudiantes, en forma individual, han contestado lo anterior, se integran equipos con el objeto de analizar, discutir, y en lo posible, obtener respuestas unánimes a las preguntas formuladas.

Al finalizar el trabajo por equipos, se someten a la consideración del grupo los acuerdos y/o diferencias que se hallan obtenido en cada equipo.

En base a las respuestas emitidas, el maestro evalúa si los términos denso y densidad están correctamente utilizados desde el punto de vista de la Física. Si éste no es el caso, mediante preguntas

adecuadas el profesor "conduce" al grupo para que éste establezca que la densidad es una propiedad de toda la materia.

Una vez que se ha obtenido la conclusión anterior, el profesor presenta una serie de materiales de diferente densidad -tanto sólidos como líquidos- con el objeto de que los alumnos los ordenen en forma creciente o decreciente, de acuerdo a la densidad que lo
 gren percibir.

ACTIVIDAD II-2-D-2

CONCEPTO CUANTITATIVO DE DENSIDAD

El Diccionario Español de Sinónimos y Antónimos de F.C. Sainz de Robles, Editorial Aguilar, en su edición de 1985 registra catorce sinónimos para el término densidad cuando éste se aplica a cosas; en orden alfabético son: crasitud, cohesión, condensabilidad, compactibilidad, condensación, consistencia, concentración, compacidad, cuerpo, macicez, dureza, espesor, trabazón, viscosidad.

El Diccionario del Español Moderno de Martín Alonso en su sexta edición y segunda reimpresión del año 1982 -Editorial Aguilar-, asigna para el término densidad lo siguiente:

Densidad. f. Calidad de denso. || Ffs. Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. || D. de población. Número de habitantes por unidad superficial. || R.

La idea que subyace en cada uno de los términos sinónimos a densidad es la misma, eso es precisamente lo que los hace ser sinónimos. Sin embargo, cuando este término se utiliza en las Ciencias Físicas -como puede apreciarse por la segunda acepción dada anteriormente- tiene un significado puramente cuantitativo. Nos dice como medir la crasitud, la cohesión, la condensabilidad, Etc, de un objeto: mídase la masa y el volumen que ocupa el objeto, y divídase la primera entre la segunda. El resultado de esta división será la cantidad de masa contenida en la unidad de volumen. Al efectuar la división anterior no se está comparando "una magnitud con otra", sino que se está "distribuyendo" la masa total entre el total de unidades de volumen que se tenga, algo así como lo que se hace cuando 'x' número de dulces se distribuyen en partes iguales entre 'y' número de niños. Estos aspectos deberán quedarle claros al estudiante cuando en esta actividad se aborde el concepto de densidad.

Ser denso o tener densidad es una propiedad de todo objeto, sea

sólido, líquido o gaseoso. Por la edad y experiencia de los estudiantes del bachillerato, no es difícil que perciban esta cualidad en sólidos y líquidos. Su vivencia y manejo de ellos les permite aprehender esta cualidad. Sin embargo, percataarse, o reconocer en los gases la propiedad de ser densos, es más difícil. El hecho de que nuestra vida cotidiana es pobre en experiencias con gases, aunada a la invisibilidad de la gran mayoría de ellos, dificulta la percepción de su densidad. Debemos reconocer esta dificultad. Figurarnos o imaginarnos la densidad del gas doméstico contenido en el volumen del cilindro, no es fácil.

ACTIVIDAD 11-2-D-2-1. LA MASA, FACTOR DE LA DENSIDAD. El profesor dispone de cuatro botellas iguales etiquetadas con las letras A, B, C, D y de unos 100 gramos de hielo seco. En cada una de las cuatro botellas coloca cantidades notoriamente diferentes de hielo seco y las tapa. Espera el tiempo que sea preciso para que el hielo se vaporice y se distribuya uniformemente en las botellas. Logrado lo anterior, formula a los estudiantes la siguiente indicación:

Ordena las botellas, tomando en cuenta la "letra" anotada en ellas, de acuerdo a la densidad creciente de su contenido.

Transcurrido el tiempo que el maestro considera necesario, aproximadamente cinco minutos, para que los estudiantes ordenen mentalmente las botellas y anoten el resultado en su cuaderno, el profesor le solicita a un alumno exprese el resultado que obtuvo, el cual se pone a consideración del grupo con el objeto de ratificarlo o rectificarlo según convenga.

Cuando el grupo ha llegado a una respuesta unánime, el maestro formula la siguiente pregunta, anotándola en el pizarrón:

¿Por qué dices que la última botella de la serie anterior tiene más densidad que la primera?

Cuando los estudiantes han contestado, y escrito en su cuaderno la respuesta a la pregunta anterior, el profesor interroga a un alumno acerca de la respuesta que obtuvo. Puesta a consideración del grupo la respuesta que se haya dado, el maestro, si hay necesidad, "conduce" la discusión, mediante la formulación de preguntas u observaciones adecuadas, de tal manera que finalmente el

grupo concluya:

la densidad depende de la masa (cantidad de vapor) contenida en la botella.

ACTIVIDAD 11-2-D-2-2. EL VOLUMEN, FACTOR DE LA DENSIDAD. El profesor dispone de cuatro botellas (etiquetadas con las letras E, F, G y H) de tamaño diferente. En cada una de las cuales coloca cantidades iguales de hielo seco. En esta ocasión, los alumnos, a solicitud del maestro, anotan en su cuaderno las cuatro letras con las que se encuentran etiquetadas las botellas, de tal suerte que la primera de éstas corresponda a la botella que ellos consideran tiene menor densidad y la última, la que tiene mayor densidad.

Lo anterior se realiza a fin de que los estudiantes establezcan que la densidad también depende del volumen. Lo cual se logra, al igual que en la parte anterior, mediante la discusión grupal, guiada por el maestro.

Realizadas las dos actividades anteriores, el grupo concluirá que:

la densidad de un objeto o sustancia depende de la masa y del volumen en el cual se encuentra distribuida dicha masa.

ACTIVIDAD 11-2-D-2-3. MEDICION DEL VOLUMEN DE UNA BOTELLA. El profesor ayuda a recordar a los alumnos la forma en que se mide el volumen. Para ello dispone de un cubo de cristal que tiene por lado un centímetro, un vaso de precipitado graduado en mililitros, de una botella de tamaño arbitrario y de un recipiente con agua.

En primer lugar, el maestro ilustra la equivalencia entre un cm^3 y un mililitro. Para ello vierte agua en el vaso de precipitado sirviéndose del cubo de vidrio.

Una vez que el estudiante ha recordado la equivalencia entre un cm^3 y un mililitro, el profesor mide el volumen de la botella utilizando el vaso de precipitado y expresa el volumen en cm^3 .

ACTIVIDAD 11-2-D-2-4. EL GAS OCUPA TODO EL VOLUMEN DEL RECIPIENTE EN EL QUE SE ENCUENTRA. El maestro plantea a los estudiantes

la siguiente pregunta:

¿la distribución del gas contenido en toda la botella es uniforme o no lo es?

La discusión de las respuestas propuestas por algunos miembros del grupo, finaliza cuando éste llega a la conclusión de que el gas se distribuye homogéneamente en el volumen de la botella.

ACTIVIDAD II-2-D-2-5. DEFINICIÓN CUANTITATIVA DE DENSIDAD. Hasta ahora se ha llegado a establecer que la densidad depende de la masa y el volumen. Por otro lado, aquella se encuentra uniformemente repartida en todo este último. Cuando se ha alcanzado este punto tiene sentido la pregunta:

¿qué cantidad de masa se encuentra en cada unidad de volumen?
o en otras palabras,

¿cuánta masa le toca a cada unidad de volumen?

la cual es formulada a los estudiantes. Al mismo tiempo el profesor acompaña las anteriores preguntas, con la siguiente:

¿cómo podemos conocer la cantidad de masa que le toca a cada unidad de volumen?

Por la importancia de esta última pregunta, el maestro proporciona el tiempo necesario para que todos los alumnos reflexionen, la contesten por escrito y revisen su respuesta -hasta estar "completamente seguros de ella"- antes de proceder a la discusión grupal.

La conclusión que se establecerá, después de escuchar y discutir distintas respuestas que se den, es:

como cualquier situación de repartir, de manera uniforme, una cantidad en otra, para conocer cuánta masa le corresponde a cada unidad de volumen se debe dividir la masa total entre el volumen total que la contiene.

Finalmente, el profesor aclara que desde el punto de vista cuantitativo, la densidad de un objeto o sustancia no es otra cosa que el cociente obtenido anteriormente.

ACTIVIDAD 11-2-D-3 ANALISIS DE MAGNITUDES DEFINIDAS
COMO UNA RAZON DE OTRAS DOS

ACTIVIDAD 11-2-D-3-1. DEFINICION DE MAGNITUDES COMO COCIENTE DE OTRAS DOS. Desde el punto de vista cuantitativo, la densidad de un objeto mide cómo está repartida su masa, en el volumen que ocupa. Sin embargo, la densidad no es la única magnitud cuya definición se sirve de la idea de "repartir uniformemente" una magnitud en otra; otros ejemplos son la velocidad, la aceleración, la presión, el ingreso per capita, los coeficientes de natalidad y mortalidad, la densidad poblacional, etc. Por lo anterior, el profesor recordará a los alumnos, con su ayuda, otras magnitudes cuya definición cuantitativa se expresa por medio de razones o cocientes indicados.

ACTIVIDAD 11-2-D-3-2. VARIACION DE UN COCIENTE. Expresar una magnitud como razón de otras dos es algo frecuente en Matemáticas y en las Ciencias, cuando en algún aspecto se vuelven cuantitativas. Se puede decir que la magnitud definida depende de las dos que la definen. Así, la densidad depende de la masa y del volumen; la velocidad de la distancia y el tiempo, el coeficiente de natalidad del número de nacimientos y del total de la población en el que ocurren, etc. Un aspecto importante en las relaciones cuantitativas es poder predecir cómo variará la magnitud definida al variar las que la definen. Por tal razón, el profesor entrega, a los estudiantes el siguiente cuestionario:

QUESTIONARIO 11-2-1

VARIACION DE UN COCIENTE

Interpretando al cociente de una razón como el resultado de un reparto equitativo, contestar las siguientes preguntas en el espacio correspondiente.

NOTA: Como una ayuda para contestar las preguntas del cuestionario, puedes realizar lo siguiente:

asignar valores numéricos, tanto a 'm' como a 'v', que cumplan los requisitos de las preguntas; obtener el cociente; observar los resultados e inferir de ellos la respuesta.

1. ¿Cómo varía la magnitud p , definida como $\frac{m}{v}$, cuando v se mantiene constante y m aumenta a partir de un cierto valor?

RESPUESTA.

2. ¿Cómo varía la magnitud p , definida como $\frac{m}{v}$, cuando v se mantiene constante y m disminuye a partir de un cierto valor?

RESPUESTA.

3. ¿Cómo varía la magnitud p , definida como $\frac{m}{v}$, cuando m se mantiene constante y v aumenta a partir de un cierto valor?

RESPUESTA.

4. ¿Cómo varía la magnitud p , definida como $\frac{m}{v}$, cuando m se mantiene constante y v disminuye a partir de un cierto valor?

RESPUESTA.

Cuando los estudiantes hayan contestado el cuestionario anterior, el profesor interroga a diferentes alumnos sobre sus respuestas, las cuales pone a consideración del grupo. Este, después de discutir para ratificar o rectificar las respuestas dadas, llegará a las siguientes conclusiones:

Si $p = \frac{m}{v}$ y v es constante y m aumenta a partir de cierto valor, entonces p aumenta.

Si $p = \frac{m}{v}$ y v es constante y m disminuye a partir de cierto valor, entonces p disminuye.

Si $p = \frac{m}{v}$ y m es constante y v aumenta a partir de cierto valor, entonces p disminuye.

Si $p = \frac{m}{v}$ y m es constante y v disminuye a partir de cierto valor, entonces p aumenta.

ACTIVIDAD 11-2-D-4 LA DENSIDAD DE LOS MATERIALES Y SU UTILIDAD

Para concluir el aspecto de la densidad de los objetos o materiales, sólo resta que el profesor:

1. Exhiba tablas de valores en donde se muestren densidades de diferentes materiales. En relación a esto, el maestro hará notar que para determinar los valores que las tablas muestran, las medidas se realizan en condiciones específicas de temperatura y presión, en particular, enfatizará la importancia de estos aspectos para el caso de los gases en quienes la influencia de la temperatura y la presión es determinante.

2. Dé ejemplos de situaciones o fenómenos, para cuyo estudio o explicación, el concepto de densidad es relevante. Como casos de tales situaciones se pueden enunciar los siguientes: el comportamiento peculiar que exhibe el Mar Muerto con respecto a la flotación de objetos; los distintos tipos de aceite que la técnica requiere; el fenómeno que se presenta en algunas cavernas en donde, aparentemente sin razón alguna, cualquier perro que entra en ellas fallece; los sistemas de aislamiento que se utilizan con el objeto de eliminar las radiaciones radioactivas en las centrales nucleares; la fabricación de materiales destinados a servir de blindaje para sistemas de alta seguridad; los procesos de separación de materiales que se encuentran en una mezcla (decantación, ultracentrifuga) ; Etc.

ACTIVIDAD 11-2-D-5 DENSIDAD ATMOSFERICA

Hasta este momento los estudiantes pueden tener claro el hecho de que la atmósfera terrestre no es otra cosa que una mezcla de gases que la envuelven completamente formando una capa, de muchos kilómetros de espesor, alrededor de ella. En otros términos, los alumnos

saben que la atmósfera es una gran masa de gases repartida en cierto volumen, y que por lo tanto, tiene densidad.

En esta actividad se pretende que el estudiante se convenza de que la densidad atmosférica no es constante, sino que disminuye a medida que se asciende.

De entrada se reconoce la dificultad que entraña el desarrollar esta idea en los alumnos. Se carece de un apoyo real para llegar a ella. Es de las cosas que materialmente es imposible ponerlas a disposición de los estudiantes con el objeto de llegar a conocerlas. No es factible poner al alcance del alumno la atmósfera terrestre con la intención de que investigue algunos de sus aspectos. Es una de esas ideas que uno desarrolla en parte gracias a la imaginación, y en parte aceptando lo que se nos dice. Lo único que puede ser útil para el desarrollo de la idea es recurrir a un símil en el cual pueda apoyarse nuestra imaginación para que dé origen a una idea aproximada de cómo es la densidad atmosférica a medida que ascendemos. Para lograr lo anterior, se realiza un experimento.

El experimento que propone el profesor tiene como finalidad el que los estudiantes tengan, ante sí, un hecho que los ayude a formarse una idea de cómo es, más o menos, la densidad de la atmósfera a medida que se asciende. Para ello les dice algo como lo siguiente:

"...esto que van a realizar es puramente imaginario. Se trata de un edificio 'especial' de siete pisos. En cada piso se encuentra un número diferente de personas. El edificio es 'especial' porque los pisos son idénticos y están formados de un sólo cuarto, de seis metros de largo por cinco de ancho. Como ejemplo, su pongamos que el número de personas por piso es de 100, 75, 50, 25, 10 y 5 respectivamente. Con las personas en los cuartos y estando éstos perfectamente cerrados, a una señal, todos prenden cigarrillos idénticos y los fuman hasta consumirlos completamente. Describan, lo más detalladamente posible, cómo se imaginan el medio ambiente en el interior de cada cuarto. Anótenlo en su cuaderno."

Cuando los estudiantes, en forma individual, han concluido su

descripción, la discuten en equipos con el ánimo de que, en lo posible, se pongan de acuerdo en una sola. En seguida, las descripciones que cada equipo hizo se someten a la consideración del grupo. Después de comparárlas y corregirlas, aumentando o descartando elementos que se considere preciso, se llegará a una, que en esencia registre el hecho de que a medida que se asciende por los diferentes cuartos del edificio, la cantidad de humo se hace cada vez menor, o, lo que es lo mismo, que el humo se percibe cada vez más diluido, o, en otras palabras, que la densidad en cada cuarto es menor entre más alto se encuentre.

Este "experimento pensado" puede ayudar a los estudiantes a formarse una representación de la atmósfera terrestre y de cómo varía su densidad a medida que se asciende.

Con este experimento pensado es probable que los estudiantes comprendan porque a medida que se asciende en la Tropósfera la cantidad de oxígeno disminuye. Si los cigarrillos, en lugar de humo se prendieran aire, aproximadamente la quinta parte de éste sería oxígeno, puesto que, aproximadamente, el 20% del aire atmosférico es oxígeno.

En este momento el profesor plantea los dos problemas siguientes, que los alumnos resuelven individualmente y discuten sus respuestas en forma grupal:

1. Expresar, como una fracción de la cantidad de aire que existe en la planta baja, el aire de los pisos restantes.

2. Suponiendo que en una muestra cualquiera de aire, la quinta parte es oxígeno, expresar la cantidad de oxígeno en cada piso, como una fracción del que existe en la planta baja.

Es conveniente que al escribir las fracciones de ambas respuestas, a las preguntas anteriores, se escriban en términos de veinteaos, con el objeto de percibir claramente la variación, con la altura, en la cantidad de aire y oxígeno.

Puede ocurrir que algún estudiante pregunte la razón o el por qué, a medida que se asciende la atmósfera terrestre se hace más diluida. La respuesta es: la causa es la atracción terrestre.

Estamos ante otro hecho difícil de mostrar materialmente. Se pueden

dar explicaciones, presentar analogías, pero siempre plantean la necesidad de imaginarse una similitud entre lo que se quiere comprender y el símil que se utiliza para tal fin.

Si hubiese necesidad de presentar un hecho que dé alguna idea de la forma en que la Tierra actúa para originar que la mayor cantidad de aire atmosférico se concentre en las cercanías de su superficie, el profesor, con todas las anotaciones pertinentes al caso, realizaría frente a ellos un experimento de carácter electromagnético que es bastante adecuado para lo que nos ocupa. El experimento es más o menos como sigue:

En un trozo de cartulina ilustración de unos 20x30 cm, se atravieza, por su centro, un alambre conductor de electricidad que tenga unos 20cm de longitud a cada lado de la cartulina. A continuación se esparce limadura de hierro, lo más uniforme que sea posible, sobre una superficie circular que tenga por centro el punto por donde pasa el alambre y un radio de 10 centímetros. En seguida se conecta el alambre a una batería de unos 27 volts.

Por efecto del campo magnético que se forma alrededor del alambre por donde pasa la corriente, las limaduras de hierro se reordenan en forma tal que las más próximas al alambre se acercan más a él, y en consecuencia, la cantidad de limadura aumenta en tales puntos y los más alejados, permanecen casi en su misma posición.

En caso de que haya necesidad de recurrir al hecho anterior, el profesor explicará, con brevedad, las analogías que se establecen entre la situación anterior y el sistema Tierra-atmósfera terrestre.

SEGUNDO ACERCAMIENTO PRESION ATMOSFERICA

INTRODUCCION

En condiciones normales nos encontramos inmersos en una gran capa gaseosa que pesa en su totalidad 5 600 billones de toneladas. Al nivel del mar, un ser humano, de acuerdo a su tamaño y a la extensión de la superficie de su piel, experimenta una presión de diez a veinte toneladas. Sin embargo, a medida que se asciende sobre el nivel del mar esta presión disminuye, y es esta disminución, una de las causas de algunos trastornos fisiológicos que experimenta

el organismo humano cuando se encuentra a grandes alturas.

La presencia de la atmósfera terrestre es la causa de un sin número de fenómenos, muchos de los cuales fueron observados desde la antigüedad pero que no pudieron explicarse sino hasta principios del siglo XVII con Evangelista Torricelli (1608-1647). Cabe anotar que incluso el mismo Galileo fue incapaz de explicar el por qué una bomba, instalada en los jardines del duque de Toscana, no podía elevar el agua más allá de diez metros.

El propósito de las once actividades siguientes es que los alumnos recuerden, al final de ellas, de manera principal, la definición cuantitativa del concepto de presión, y en particular, el de presión atmosférica.

ACTIVIDAD 11-2-P-1 EXAMEN DIAGNOSTICO DE PRESION ATMOSFERICA

Con el propósito de que el profesor se forme una idea del manejo que los estudiantes tienen en aspectos cuantitativos de la presión atmosférica, al tiempo que ellos mismos sean conscientes del nivel de información que tienen con respecto al tema, el maestro les aplica un "pequeño" examen diagnóstico cuyo contenido es el siguiente:

EXAMEN DIAGNOSTICO

PRESION ATMOSFERICA

Lee con atención cada una de las siguientes preguntas y contéstalas en el espacio indicado.

1. ¿Qué es la presión atmosférica?

RESPUESTA.

2. ¿Cómo se mide la presión atmosférica?

RESPUESTA.

3. ¿En qué unidades se mide la presión atmosférica?

RESPUESTA.

4. ¿Qué instrumento se utiliza para medir la presión atmosférica?

RESPUESTA: Barómetro.

Por el tipo y número de preguntas que integran el examen, el tiempo dedicado a esta actividad es, aproximadamente, de quince minutos.

ACTIVIDAD 11-2-P-2

REVISIÓN COLECTIVA DEL EXAMEN DIAGNÓSTICO

El procedimiento que se sigue en esta ocasión para revisar las respuestas que dieron los estudiantes al examen de la actividad anterior, es similar al que se siguió en la ACTIVIDAD 11-2-G-2.

ACTIVIDAD 11-2-P-3

CONCEPTO INTUITIVO DE FUERZA, PESO Y PRESIÓN

Con el término presión ocurre algo parecido que con el de densidad: tienen un uso cotidiano y un uso científico. Cotidianamente se utiliza para expresar ideas relacionadas con acciones como las de comprimir, apretar, estrujar. Cuando se usa en este sentido es sinónimo de compresión, apretón, apretura, aprieto, apretamiento, tensión, prensadura, prensamiento, estrujón, aplastamiento, machacadura, mollienda.

El término presión, usado en sentido figurado, como en las expresiones:

"... no me presiones ...",

"... los sindicatos presionan al gobierno ...",

expresa la idea de un conjunto de acciones encaminadas a que alguien asuma una cierta actitud.

En la Física, el término presión se utiliza en el sentido de compresión, apretón, Etc, y se le define cuantitativamente como la razón entre una fuerza y la superficie perpendicular, sobre la cual aquella se aplica.

La fuerza, distribuida sobre una superficie -la presión- está presente en un sin número de situaciones y da cuenta y razón a preguntas como las siguientes:

* ¿Por qué los clavos, entre más punta tienen, son mejores?;

* ¿Por qué una mujer con zapatillas daña más un piso de parquet que un hombre con un calzado común y corriente?;

* ¿Por qué es difícil acostarse sobre una tabla con clavos y no sobre una cama?.

Fijándose bien, se puede notar que de manera implícita, términos como compresión, apretón, apretura, Etc; incluyen las ideas de fuerza y de superficie sobre la cual se aplica.

Por lo anterior, vemos que el concepto de presión nos remite al de fuerza, una de los conceptos fundamentales de la Física. Por el problema que nos ocupa, no se está interesado en los distintos tipos de fuerzas que existen, sino en aquella que ejercen todos los cuerpos, que se encuentran en las "vecindades" de la Tierra, en virtud de la atracción que ésta ejerce sobre ellos. En otras palabras, se está interesado en un caso particular de fuerza: el peso de los cuerpos.

En razón de su peso, un cuerpo cualquiera ejerce presión sobre la superficie en que descansa. En especial, la atmósfera terrestre, o parte de ella, como un cuerpo en particular, tiene peso, y por lo tanto, ejerce una presión sobre la superficie en que se encuentra. A tal presión de le denomina presión atmosférica.

Lo anterior pone de manifiesto que tratar el concepto de presión atmosférica, reclama que previamente se haga referencia a los de fuerza, peso y presión. No es el propósito de las actividades abordarlos en detalle, pero tampoco olvidarlos por completo, ya que están estrechamente vinculados al de presión atmosférica, que de momento es el objeto de nuestro estudio. Por esta razón, esta actividad se subdivide en tres parte, cada una de las cuales tiene por objetivo, que el estudiante, valiéndose fundamentalmente de su observación, recuerde los conceptos de fuerza, peso y presión.

ACTIVIDAD 11-2-p-3-1. LA FUERZA, CAUSA DEL CAMBIO. La actividad

se inicia cuando el profesor, delante de los alumnos:

- deforma (alarga, comprime y dobla) con sus manos, una serie de objetos;
- empuja levanta y arrastra, con sus manos, otra serie de objetos;
- lanza, y hace girar, mediante una cuerda, un objeto.

Concluida la demostración anterior, el maestro plantea a unos tres estudiantes la siguiente pregunta:

¿Gracias a qué fue posible realizar las acciones anteriores?

y somete a la consideración del grupo las respuestas emitidas por ellos, a fin de iniciar una discusión grupal, que se espera lleve a la conclusión de que las acciones anteriores fue posible realizarlas en virtud de que se aplicó una fuerza a los objetos.

ACTIVIDAD 11-2-P-3-2. PESO DE LOS CUERPOS. Las deformaciones y movimientos que se provocaron anteriormente tuvieron como causa la fuerza que el profesor, con sus manos, aplicó a los objetos. En esta parte, muestra la existencia de una fuerza "natural", ajena o independiente a la acción humana: el peso de los cuerpos.

Con tal fin, el maestro coloca sobre la mesa resortes adecuados para sostener en su parte superior objetos de tamaño, formas y composiciones diferentes. Después de que el profesor coloca distintos objetos sobre diferentes resortes, y los estudiantes observan las deformaciones producidas, el maestro interroga, a algunos integrantes del grupo, acerca de la fuerza que provocó tales deformaciones. Nuevamente, somete las respuestas emitidas por los estudiantes interrogados a la consideración del grupo con la intención de que al discutirlos se llegue a la conclusión de que fue el peso de los cuerpos la causa de la deformación inducida en los resortes, y que en consecuencia, el peso de los objetos es una fuerza.

Con miras a que los alumnos recuerden el origen del peso de los cuerpos y algunas peculiaridades de él (por ejemplo su variabilidad con respecto a los cuerpos celestes en que se hallen), el profesor les proporciona la lectura "La atracción universal" (reproducida al final del presente párrafo), que aborda, a un nivel muy elemental, estos aspectos, y que se lee en el salón de clase inmediatamente después del experimento anterior, con el objeto de

aclearar, ahí mismo, las dudas que la lectura pudiese originar.

LECTURA 11-2-2

"Las estrellas".

Herrera, Miguel Angel y
Fierro, Julieta.

Edit. SITESA

México, 1988.

La atracción universal

Si sueltas un objeto cualquiera en el aire, sabes con toda certeza que va a caer. Estamos tan acostumbrados a este fenómeno que ya no nos asombramos por ello. Sin embargo, ¿sabes por qué caen los cuerpos?

Durante miles de años el hombre buscó inútilmente la razón. Hasta que, hace unos 300 años, el gran físico inglés Isaac Newton, la encontró. Según cuenta una leyenda, Newton se interesó en la caída de los cuerpos cuando un día, descansando a la sombra de un manzano, vio caer uno de sus frutos. Lo más probable es que la leyenda sea falsa, pero el caso es que Newton decidió estudiar la caída de los cuerpos. Llegó a la conclusión de que todos los cuerpos se atraen entre sí con una fuerza que llamó **fuerza de gravedad**. La Tierra, por ejemplo, atrae hacia ella a todos los objetos, y por eso caen. De hecho, lo que llamamos peso de un cuerpo es, precisamente, la fuerza con que la Tierra lo atrae y lo mantiene unido a ella.

La fuerza de gravedad no sólo existe en la Tierra.

Se presenta entre cualquier pareja de cuerpos. Newton mismo se dio cuenta de que la Luna gira alrededor de la Tierra y que la Tierra gira alrededor del Sol, debido a la fuerza de gravedad. Y estudiando el comportamiento de la Luna encontró su famosa **ley de la gravitación universal**, que dice que la fuerza gravitacional entre dos cuerpos depende de la cantidad de materia que tengan y de la distancia que los separa. Por eso, por ejemplo, en la Luna pesarías menos de lo que pesas aquí en la Tierra, pues la Luna tiene menos materia que la Tierra.

Isaac Newton descubrió que cualquier pedazo de materia tiene la propiedad de atraer a cualquier otro pedazo de materia. También descubrió que, al pasar por un prisma, la luz blanca se descompone en los colores que la constituyen.

ACTIVIDAD 11-2-P-3-3. CONCEPTO INTUITIVO DE PRESION. Utilizando el mismo dispositivo experimental de que se sirvió el profesor en la etapa anterior (resortes con objetos en su parte superior), indica a los estudiantes que procederá a retirar los resortes que sostienen a cada uno de los objetos para colocar a éstos sobre la superficie de la mesa. Efectuado lo anterior, el maestro formula, a algunos estudiantes, más o menos de la siguiente manera la pregunta:

"... en la experiencia anterior, cuando los objetos descansaban sobre los resortes, llegamos a la conclusión de que era el peso de los cuerpos la causa de la compresión que observamos en los resortes. Sin embargo, en esta última experiencia he retirado los resortes y colocado a los objetos en la mesa. Explíqueme, de manera breve, sobre quién se aplica ahora la fuerza proveniente del peso de los cuerpos, ¿cómo se ésta ha desaparecido...".

De nuevo cuenta el profesor, pone a discusión las respuestas dadas por los alumnos, interrogados con la intención de que el grupo concluya que la fuerza no ha desaparecido y que ahora se está aplicando sobre la superficie de la mesa que está en contacto con el objeto.

A continuación, el maestro, nuevamente, formula una pregunta. Ella es: ¿la fuerza que ejerce el objeto sobre la superficie de la mesa, se distribuye homogéneamente en todos los puntos de la superficie en contacto, o existen puntos o partes en donde está concentrada la fuerza?. Al cabo del tiempo que el profesor da a los alumnos para que contesten la pregunta en turno, en su cuaderno, y discutan con sus compañeros de equipo (cinco o diez minutos), se entabla la discusión grupal, con el procedimiento usual, hasta obtener que la fuerza se distribuye homogéneamente sobre toda la superficie en contacto.

Por la importancia de las dos últimas conclusiones, el maestro las remarca al tiempo que, ayudado de los estudiantes, elabora una lista de situaciones en las cuales aparezca una fuerza aplicada a una superficie. Ejemplos de ellas pueden ser las siguientes: planchar, clavar, aplanar una calle, obtener materiales laminados, Etc.

Finalmente, el profesor aclara que cuando la fuerza se aplica

sobre una superficie es lo que se denomina con el término presión. Por lo que, en las situaciones que se acaban de enunciar, se está ejerciendo una presión.

ACTIVIDAD II-2-P-4

CONCEPTO CUANTITATIVO DE PRESION

Con el objeto de que los alumnos recuerden la definición cuantitativa de presión, el profesor le entrega a cada estudiante un material para trabajar en el salón de clase, al tiempo que les indica que deben leerlo cuidadosamente y contestar, en forma individual, las preguntas que se encuentran en él.

El contenido del material al que se hace referencia en el párrafo anterior es el siguiente:

CUESTIONARIO II-2-2

DEFINICIÓN CUANTITATIVA DE
LA PRESION QUE UNA FUERZA
EJERCE SOBRE UNA SUPERFICIE

Lee con atención y llena los espacios en blanco.

INTRODUCCION. En esta actividad, vamos a pensar en algo que con bastante seguridad has realizado en algún momento: clavar un clavo utilizando un martillo para golpearlo.

Por "clavar un clavo" lo que comunmente se entiende es introducirlo en algún cuerpo sólido, generalmente una pared o madera. Para ello, hay necesidad de perforar el material con el objeto de dejarle espacio al clavo, lo cual tiene como consecuencia que el material "se comprima" más de lo que estaba originalmente.

Los golpes que con el martillo se le dan al clavo, tienen la finalidad de presionar a la madera y así vencer la resistencia que opone a comprimirse.

Es claro que la mayor o menor facilidad para clavar un clavo depende, en lo fundamental, de tres

factores: el material en el que se quiere clavar el clavo, el área de la superficie de contacto que el clavo tiene con la superficie en que se quiere clavar y, la fuerza que se le aplica. En esta actividad, trataremos de establecer la relación que existe entre la mayor o menor facilidad para clavar un clavo con la fuerza que se le aplica, y el área de la superficie de contacto que el clavo tiene con la superficie en que se quiere clavar. Con ello, se trata de ayudarte a que recuerdes cómo se define cuantitativamente el concepto de presión.

DESARROLLO. Para las actividades siguientes, imagínate dos clavos redondos -idénticos en todo excepto en su punta- y un pedazo de madera cualquiera. La siguiente figura es una representación muy esquemática de la madera y de los clavos, en la posición que se desean clavar. En esta representación, se ha exagerado el grueso de los clavos con el objeto de que pueda ser fácilmente visible.

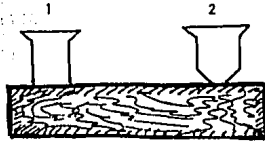


Diagrama que representa un trozo de madera y los clavos 1 y 2 en las posiciones en que se desean clavar.

- A. Suponiendo que a cada clavo se le aplica la misma fuerza, el clavo que se hunde más es el _____ y el clavo que se hunde menos es el _____.
- B. Si observas la figura, notarás que la superficie que cada clavo tiene en contacto con la madera es diferente. Por esto, la superficie que el clavo 1 tiene en contacto con la madera presenta la forma y el tamaño más o menos como la siguientes:

DIBUJA la forma y tamaño (aproximadamente) que tiene la superficie de contacto del clavo 1 con la madera

La superficie que el clavo 2 tiene en contacto con la madera presenta la forma y el tamaño más o menos como la siguiente:

DIBUJA la forma y tamaño (aproximadamente) que tiene la superficie de contacto del clavo 2 con la madera

- C. Al observar con detenimiento el diagrama, se nota que el clavo _____ tiene una superficie de contacto con mayor área, y el clavo _____ es el que tiene una superficie de contacto con menor área.
- D. Puesto que al aplicar la fuerza a los clavos, ésta se distribuye homogéneamente sobre el área de la superficie de contacto, el clavo _____ tiene mayor fuerza por unidad de área y el clavo _____ tiene menor fuerza por unidad de área.
- E. Si a la fuerza por unidad de área la denominamos con el término presión, entonces el clavo _____ ejerce más presión sobre la madera, y el clavo _____ ejerce menos presión sobre la madera.
- F. De las actividades 'C' y 'E' se sabe que los clavos tienen punta con área diferente y ejercen presiones distintas cuando se les aplica la misma fuerza, por lo tanto, el clavo _____ tiene _____ área y ejerce _____ presión, y el clavo _____ tiene _____ área y ejerce _____ presión.
- G. Combinando las actividades 'A' y 'E', establece la relación que existe entre el hundimiento de los clavos con la presión que ejercen sobre la madera.

RESPUESTA

Se espera que al leer y contestar lo anterior, te haya servido para comprender la relación que existe

entre la mayor o menor facilidad para clavarse un clavo con la fuerza que se le aplica y el área de la superficie de contacto que el clavo tiene con la madera.

La idea central para la explicación anterior es tan importante que hasta se le da el nombre especial de presión y que se definió como la fuerza por unidad de área. La idea de presión es importante porque hay muchas situaciones en las cuales está presente. Este es un proceso normal en la Física. Cuando aparece una idea en diferentes hechos y que es útil para comprender aspectos de ellos, se le asigna un nombre en particular. Así sucede con ideas que ahora llamamos velocidad, aceleración, densidad, presión, etc.

La presión, o sea, la fuerza por unidad de superficie, se expresa matemáticamente de la misma manera en que se expresa el hecho de que una magnitud se reparte equitativamente entre otras, o sea, mediante un cociente o división. Con ella se puede conocer cuánto fuerza le corresponde a una unidad de área de una determinada superficie en la cual la fuerza se aplica.

La presión que una fuerza ejerce sobre una determinada superficie se puede escribir utilizando el lenguaje de las Matemáticas. Así, si:

F representa la fuerza aplicada al clavo;

S representa el área de la superficie de contacto de la punta del clavo con la madera;

P representa a la presión que la punta del clavo ejerce sobre la madera;

tenemos que la presión, o sea, la fuerza por unidad de superficie, se representa algebraicamente como:

$$P = \frac{F}{S}$$

Con la ayuda del concepto de presión, se espera que te sea fácil entender:

* ¿por qué los clavos, tornillos, brocas y agujas tienen punta?;

* ¿ por qué es difícil acostarse en una cama con clavos?;

* ¿ por qué se afilan los cuchillos?;

* ¿ por qué a una mujer con zapatillas le cuesta más trabajo caminar en la playa, que a un hombre con calzado común y corriente? .

Una vez finalizado el trabajo anterior, se procede a revisar, de manera grupal, las respuestas que los estudiantes dieron. En caso necesario, el profesor aclara cualquier duda que haya surgido.

Cabe señalar que antes de que los alumnos empiecen a trabajar con el material que el maestro les proporciona, éste les exhibe ejemplos de clavos reales que presenten puntas diferentes.

ACTIVIDAD II-2-P-5

PRESION ATMOSFERICA

La presión atmosférica es la fuerza que, en virtud de su peso, ejerce la atmósfera terrestre. Su valor, sobre la superficie terrestre, es enorme: la fuerza total que experimenta un hombre es de aproximadamente dieciséis toneladas. Y si no lo advertimos, se debe a que nuestro organismo está completamente adaptado a él.

Con respecto a la presión atmosférica hay dos cuestiones que son de gran importancia, pero que a su vez son difíciles de mostrar: una es aceptar que debe su origen al peso de la masa del aire, y otra, el hecho de que, en un punto determinado, se ejerce en todas direcciones. Sin embargo, no es fácil pesa r una columna, digamos, cilíndrica de atmósfera, y por lo tanto, no es factible determinar la presión que ejerce.

La presión atmosférica es algo difícil de exhibir, no así sus efectos. Existen un gran número de hechos cuya explicación se encuentra en la presión atmosférica. Por ejemplo, es capaz de sostener una columna de agua, contenida en un tubo, de aproximadamente diez metros de altura, con un centímetro de diámetro; puede retener el agua contenida en un vaso invertido y tapado solamente con un papel grueso, Etc. La presión atmosférica, es un ejemplo de algo

que no se puede estudiar directamente, sino a través de los efectos que produce.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-1. EL PESO DE LOS GASES. El profesor, con ayuda de los alumnos, presenta ejemplos de situaciones que exhiban el hecho de que los gases pesan. Con tal objeto, se revisan las diferentes formas usuales por medio de las cuales se compran diferentes tipos de gases, como pueden ser el gas doméstico, el oxígeno para usos médicos, los extinguidores, el llenado de tanques para bucear, el aire de los neumáticos, etc.

El maestro explica a los estudiantes que ante la imposibilidad de presentar experiencias que muestren el peso de la atmósfera, a esto se llega al considerarla como un caso particular de gas y aceptando el hecho de que el peso es una propiedad de todos ellos.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-2. DEFINICION CUANTITATIVA DE PRESION ATMOSFERICA. El maestro interviene con el fin de aclararles a los estudiantes que con todas las actividades que han realizado hasta el momento, están en posibilidades de construir un significado para la expresión "presión atmosférica". Por lo que, el trabajo que realizarán a continuación consiste, precisamente, en que de manera individual establezcan la definición cualitativa y cuantitativa de presión atmosférica.

Concluido el trabajo anterior, se forman equipos para la discusión de sus resultados individuales con el propósito de llegar, en lo posible, a una conclusión unificada.

Transcurrido el tiempo que se asigna a la discusión por equipos, se procede a la discusión grupal. Con ella se pretende llegar a las dos siguientes conclusiones:

I. La presión atmosférica es aquella que la atmósfera terrestre, por efecto de su peso, ejerce sobre la superficie terrestre.

II. El valor de la presión atmosférica en la superficie terrestre es igual al peso de la atmósfera terrestre dividido entre la superficie de la Tierra. O en forma simbólica:

$$P_{at} = \frac{P_{at}}{S_T}$$

donde P_{at} representa la presión atmosférica, P_{at}^0 representa el peso de toda la atmósfera y S_t representa la superficie de la Tierra.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-3. LA PRESION ATMOSFERICA SE EJERCE SOBRE TODO CUERPO. En virtud de que sobre la superficie terrestre, e inclusive fuera de ella, existe una diversidad de cosas, animadas e inanimadas, la atmósfera terrestre "descansa" sobre ellas e invade todo intersticio que encuentra. Como consecuencia de esto último, la presión atmosférica se ejerce sobre todo objeto que se encuentre sobre la superficie de la Tierra.

Con la idea de que los estudiantes recuerden el hecho de que, la presión atmosférica está presente en cualquier objeto que se halle sobre la superficie terrestre, el profesor le plantea al grupo la siguiente pregunta:

"...sobre la superficie terrestre existen personas, animales, árboles, vasos, mesas, Etc. ¿La atmósfera ejerce presión únicamente sobre la superficie terrestre, o sobre cualquier 'objeto' que se encuentre en ella? Justifiquen su respuesta."

Al someter a discusión las respuestas que algunos alumnos den, a esta pregunta, se llega a la conclusión:

La atmósfera terrestre ejerce presión sobre todos los objetos que se encuentran sobre la superficie terrestre en virtud de que, de una u otra forma, la atmósfera terrestre "descansa" sobre ellos.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-4. DEFINICION DE "PRESION ATMOSFERICA".

Con el objeto de que los estudiantes recuerden la forma de calcular

la presión atmosférica sobre una superficie, el profesor le plantea al grupo la siguiente pregunta:

"...Imagínense que sobre la superficie de la Tierra está una mesa, ¿qué se tendría que hacer para calcular la presión atmosférica sobre la superficie de la mesa?..."

Sometida a discusión algunas de las respuestas dadas a la pregunta anterior, se llega a la conclusión de que se tendría que pesar una columna de atmósfera terrestre, que tuviese por sección la superficie de la mesa y, dividir dicho peso entre el área de la superficie de dicha mesa.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-5. LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA A DIFERENTES ALTURAS. La presión atmosférica no sólo se ejerce al nivel de la superficie terrestre. Con la intención de que los alumnos recuerden lo anterior, el profesor le plantea al grupo la siguiente pregunta:

"...como un ejemplo sencillo, supónganse que la mesa de la pregunta anterior, se lleva a alturas de 2000, 4000, 6000 y 8000 metros sobre la superficie terrestre, ¿experimenta presión atmosférica en cada una de esas alturas?. En caso de ser afirmativa su respuesta, especifiquen si son iguales o diferentes dichas presiones."

Sometiendo a discusión las respuestas que algunos alumnos hayan expresado ante el grupo, se concluirá que la atmósfera terrestre ejerce presión sobre la mesa, independientemente de la altura a

que se encuentre, y que, será menor a medida que se asciende, en virtud de que la altura de la columna de atmósfera que se considera disminuye.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-6. CALCULO DE LA PRESION ATMOSFERICA. La variación de la presión atmosférica, con la altura, es un aspecto fundamental en el estudio de las afecciones fisiológicas que se presentan cuando el organismo humano se encuentra a "grandes" alturas. Por tal razón, se le dedica un poco de más atención a este aspecto. Para ello, a continuación se efectúan dos experiencias enfocadas a calcular presiones a diferentes alturas. La primera de ellas, se realiza utilizando una columna formada por cubos idénticos, de la misma madera, y calculando las presiones a diferentes alturas, tanto cuando éstas coinciden con la superficie de separación entre dos cubos, como cuando la altura no coincide con ellas. La segunda experiencia, se lleva a cabo empleando un modelo que simule una columna de la atmósfera terrestre. Con este propósito, se utilizan tantos bloques diferentes como capas se haya aceptado que conforman a la atmósfera, y de materiales tales que representen la variación de la densidad de cada capa atmosférica.

A B A T

Cabe señalar que, con tiempo suficiente, previo a esta actividad, el profesor solicitó a los estudiantes que prepararan el siguiente material:

- diez cubos idénticos, con 3.5 cm de lado, de la misma madera y de la cual conozcan su densidad;
- cuatro cubos idénticos en tamaño, con cinco centímetros de lado, de los siguientes materiales: yeso, cemento, madera de pino y unice!. Investigando la densidad para cada uno de ellos.

De lo que se trata en estas dos experiencias, es que los alumnos construyan dos tablas, una para cada experiencia, y con diez valores cada una, que registren las presiones que, debidas al peso de los bloques, actúan a diferentes alturas. Determinada la altura a la que se calculará la presión, ésta se determina utilizando la definición cuantitativa de presión. El profesor escribe en el pizarrón las fórmulas:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$s = l^2$$

$$v = b \cdot l \cdot h$$

$$p = m \cdot g$$

$$g = 9.8 \text{ m/seg}^2$$

$$p = \frac{F}{S}$$

para que los estudiantes recurran a las que consideren pertinente usar;

Los resultados de las experiencias anteriores las reporta el alumno en una hoja que se le proporciona, y que tiene el siguiente formato:

CALCULO DE PRESIONES A DIFERENTES ALTURAS

7. Columna de densidad homogénea.

a. Completa la siguiente tabla.

T A B L A I

Al-tu-ra (cm)	Presión gr/cm^2
0	
3.5	
7	
10.5	
12	
19	
22	
26	
32	
35	

b. Describe, detalladamente, el procedimiento que seguiste para calcular la presión. En caso que hayas utilizado fórmulas para dicho cálculo, anótalas.

RESPUESTA.

II. Columna de densidad variable.

a. Completa la siguiente tabla.

Altura (cm)	Presión g/cm^2
0	
2	
3.5	
5	
6.5	
8	
10.5	
12	
15	
18	

b. Describe, detalladamente, el procedimiento que seguiste para calcular la presión. En caso que hayas utilizado fórmulas para dicho cálculo, anótalas.

RESPUESTA:

III. ¿A cuál de las dos experiencias anteriores consideras que se asemeja más el comportamiento de la presión atmosférica con la altura?

RESPUESTA.

Concluidas las actividades anteriores, se revisan grupalmente los resultados obtenidos. La intención es llegar a la conclusión de que la presión atmosférica se comporta de una manera parecida a

la experiencia que se realizó con la columna de densidad variable.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-7. CONCEPTO DE FUNCIÓN. El profesor indica a los estudiantes que copien en su cuaderno la tabla correspondiente a la primera experiencia, de las últimas que realizaron. Les indica que la utilizarán con el objeto de que recuerden los conceptos de:

- o variable independiente;
- o variable dependiente;
- o función;
- o variación directamente proporcional;
- o gráfica de una función;
- o tres diferentes representaciones de las funciones:
 - tabla,
 - gráfica y
 - ecuación;

ACTIVIDAD 11-2-P-5-7-a. VARIABLE INDEPENDIENTE. Con el propósito de que los alumnos traigan a su memoria los conceptos de variable independiente, el profesor empieza formulando la siguiente pregunta:

De las magnitudes que aparecen en la tabla anterior, ¿cuál fue la que se estableció de antemano?

Al contestar algunos alumnos esta pregunta, y discutida por el grupo, se llega a la conclusión de que fue la altura la magnitud establecida previamente.

A continuación el maestro les plantea esta otra pregunta:

¿Pudo habérsele asignado a la altura valores diferentes?

Nuevamente, se discute, grupalmente, la respuesta a esta pregunta, hasta llegar a la conclusión de que realmente es posible asignarle otros valores a la altura.

Posteriormente, el profesor les pregunta a los estudiantes acerca de la posibilidad, de acuerdo a la experiencia uno, de asignarle a la altura un valor de 42 cm.

Al momento en que algunos alumnos contesten la pregunta anterior, el profesor les solicita la justificación a su respuesta, la cual, al ser discutida por el grupo, se concluye que no es posible asignarle a la altura el valor de 42 cm, puesto que, la columna formada por los diez cubos de madera, a lo más, llega a medir 35 cm.

La pregunta que el maestro plantea a continuación es la siguiente:

¿Cuál es el hecho que limita los posibles valores que se le puedan asignar a la altura?

Contestada, y discutida, la respuesta a la pregunta, se concluye que es la altura total de la columna lo que limita los posibles valores que se le pueden asignar a la altura.

Planteadas, y discutidas, las respuestas a las cuatro preguntas anteriores, el profesor las resume en las siguientes proposiciones:

- + a la altura se le puede asignar cualquier valor que esté comprendido entre cero y 35 cm;
- + uno puede escoger, dentro de esos límites, los valores que desee.

Estas sí se les permiten recordar, a los estudiantes, que cualquier magnitud a la cual se le puedan asignar, de manera arbitraria, un conjunto de valores comprendidos dentro de ciertos límites, se le llama variable independiente.

Actividad 11-2-p-5-7-b. VARIABLE DEPENDIENTE. En una forma similar a la anterior, formulando una tras otra una serie de preguntas, y discutiendo las respuestas dadas a cada una de ellas, se llega a que el estudiante recuerde la noción de variable dependiente.

La serie de preguntas que se formulan, una por una, contestando y discutiendo la respuesta, antes de formular la que sigue, es la siguiente:

- I. Los valores de la presión que aparecen en la segunda columna de la TABLA 1, ¿los asignaste de manera arbitraria?
- II. Observando detenidamente la segunda columna de la TABLA 1, ¿cuáles son los posibles valores que puede tomar la presión?
- III. ¿Es posible que a una altura de 34 cm la presión sea de 15 gr/cm^2 ?

- iv. ¿Por qué no es posible que a una altura de 34 centímetros, la presión tenga un valor de 15 gr/cm²?
- v. ¿Qué valor esperarías que tenga la presión a la altura de 34 cm?

vi. ¿Por qué esperas tal valor?

Las respuestas a las preguntas, que se obtienen después de la discusión grupal, son las siguientes:

Los valores de la segunda columna, no fueron asignados de manera arbitraria:

ii. De acuerdo a la tabla, los posibles valores para la presión se encuentran entre cero y 16 gr/cm².

iii. No es posible que a una altura de 34 cm, le corresponda una presión de 15 gr/cm².

iv. No es posible que a una altura de 34 cm, le corresponda una presión de 15 gr/cm² porque, de acuerdo a la tabla, a una altura de 35 cm, que está muy próxima de 34, le corresponde una presión de 0 gr/cm², en tanto que para una altura de aproximadamente 1 cm, que está muy cercano a 0 cm, le correspondería una presión de aproximadamente 14 gr/cm².

v. A una altura de 34 cm se esperaría tener una presión de aproximadamente 0.5 gr/cm².

vi. Porque la altura de 34 cm está muy próxima de 32 cm, que de acuerdo a la tabla le corresponde una presión de aproximadamente 1 gr/cm².

Formuladas las preguntas anteriores, y discutidas sus respectivas respuestas, el profesor las resume en las siguientes proposiciones:

+ la presión es una magnitud cuyos valores pueden ser cualesquiera de los comprendidos entre cero y 16 gr/cm²;

+ el valor que le corresponde a la presión

depende de la altura que se considere.

Las dos conclusiones anteriores le permiten al profesor recordar le a los alumnos que, a cualquier magnitud, cuyos valores están constituidos de todo un conjunto, pero que uno en particular depende del valor que tenga otra magnitud, se le da el nombre de variable dependiente.

Actividad II-2-P-5-7-c. CONCEPTO DE FUNCIÓN. El maestro les recuerda a los estudiantes que una magnitud, tal como la presión de la T A B L A 1, cuyo valor depende de otra magnitud, que en el ejemplo considerado es la altura, recibe el nombre de función y así, para el caso que se está estudiando, se dice que la presión es una función de la altura.

Actividad II-2-P-5-7-d. VARIACION DIRECTAMENTE PROPORCIONAL. El propósito de la siguiente experiencia es que los estudiantes recuerden, primero, algunas limitaciones que presenta una relación funcional, cuando ésta se representa por una tabla de valores; y segundo, cuándo se dice que dos magnitudes son directamente proporcionales. Para ello, el profesor les plantea la siguiente cuestión:

¿Cómo sería posible conocer la presión en alturas como las siguientes: $a = 4.731$ cm, $b = 12.945$ cm, $c = 39.472$ cm y $d = 4792.398$ cm?, si se supone que esta presión se comporta de una manera parecida a como se registra en la T A B L A 1.

Esta pregunta, después de ser contestada por equipos de alumnos, se discuten las respuestas de manera grupal. El profesor aprovecha la ocasión para recordar a los estudiantes que una de las limitaciones de la representación en tablas de una función, es el hecho de que, por más mediciones que se realicen, siempre es posible preguntarse por otras cuyos valores no aparecen en la tabla, y que, ésta es una de las razones que plantea la necesidad de tratar de encontrar alguna regularidad que permita encontrar valores, para la variable dependiente, sin importar cuál sea el valor de la variable independiente.

El maestro aclara que si bien, a simple vista, las parejas de valores de la T A B L A 1 presentan o exhiben un comportamiento que se puede expresar diciendo que, al tiempo que se gana en altura,

o sea que se asciende, hay una disminución en el valor de la presión, de esta tabla no es claro o no se ve explícitamente, el grado o medida en que la presión disminuye. En otras palabras, si bien de la tabla se puede concluir que al aumentar la altura, la presión disminuye, el estudiante entenderá que lo que nos interesa no es una disminución caprichosa, sin orden ni concierto, podríamos decir fortuita, sino más bien, una disminución que mantenga un cierto patrón, que exhiba o muestre una regularidad tal que permita en cierto momento, conocido un cierto valor de la presión, poder prever la que le corresponde a cualquier altura.

El aspecto señalado anteriormente es tan importante, que el profesor recurrirá a todo su ingenio para hacerle ver al alumno de que lo que se persigue es detectar, o encontrar, una ley que permita hallar valores de la presión a la altura que se desea.

La aclaración importante que en esta experiencia hará el maestro es darle un sentido preciso a la expresión "encontrar una regularidad", que se ha utilizado. El profesor explicará que, por encontrar una regularidad, en una tabla de valores, se está entendiendo, el obtener un número igual o aproximadamente igual, para todas las parejas de la tabla, bajo las condiciones siguientes:

- el número al que se hace referencia anteriormente, se obtiene realizando las mismas operaciones aritméticas, con los dos números de todas las parejas de la tabla;

en caso de que hubiese necesidad de introducir números diferentes, a los que aparecen en la tabla, éstos por fuerza se deberán utilizar en las operaciones que se realicen con todas y cada una de las parejas de dicha tabla.

Después de que el profesor hace la aclaración anterior, y con el objeto de ejemplificarla, muestra y explica el contenido de dos filminas que presentan, una de ellas, las tablas de que se sirvió Kepler para establecer lo que se conoce con el nombre de su tercera ley y la otra, las tablas que obtuvo Claudio Ptolomeo en relación a la refracción de la luz y que, sin embargo, la regularidad que presentan no fue posible establecer sino hasta el siglo XVII. En la página siguiente se presenta el contenido de tales filminas.

"PSSC".

Pág. 389.

Edit. Reverté, S.A.

Vol. II

1967.

Tercera Ley de Kepler

PLANETA	RADIO R DE LA ÓRBITA DE UN PLANETA EN U.A.	PERÍODO T EN DÍAS	R^3/T^2 (U.A.) ³ (día) ²	VALORES ACTUALES R^3/T^2 m/seg ³
Mercurio	0,389	87,77	$7,64 \times 10^{-8}$	$3,354 \times 10^{18}$
Venus	0,724	224,70	7,32	3,352
Tierra	1,000	365,25	7,30	3,354
Marte	1,524	686,98	7,30	3,354
Júpiter	5,200	4 332,62	7,490	3,355
Saturno	9,510	10 759,20	7,430	3,353

Los valores de las órbitas y períodos de esta tabla son los utilizados por Kepler. En los tiempos de Kepler, los radios eran conocidos sólo en función del radio de la órbita terrestre (unidad astronómica, U. A., de longitud). Los valores práctica-

mente constantes de R^3/T^2 ilustran la validez de la tercera ley de Kepler. La última columna está basada en medidas actuales exactas de las órbitas y períodos.

"BIOGRAFIA DE LA FISICA"

Pág. 27-27

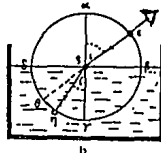
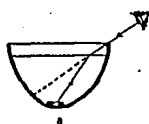
Gamau, Geohge.

Salvat Editores, S.A.
Alianza Editorial, S.A.

Navarra, España.

1971.

Experimento de Ptolomeo.



Quando α es:	$\mu\gamma$	θ	Correlato
10°		8°	2°
20°		15 1/2°	4 1/2°
30°		22 1/2°	7 1/2°
40°		29°	11°
50°		35°	15°
60°		40 1/2°	19 1/2°
70°		45 1/2°	24 1/2°
80°		50°	30°

Fig. 6. Experimentos de Ptolomeo sobre la refracción de la luz: a) La moneda en el fondo de una vasija llena de agua parece estar más alta que lo que está en realidad. b) El aparato para estudiar la refracción de la luz. Ptolomeo midió la relación entre el ángulo θ/γ en el agua y el ángulo α/ϵ en el aire y estableció la dependencia entre ellos.

Cuando el profesor ha concluido su explicación de los dos ejemplos anteriores, que ilustran, de manera general, la forma en la que se procede cuando se intenta encontrar alguna regularidad en una tabla de valores, indica a los alumnos que ahora ellos, con sus compañeros de equipo, intenten encontrar la regularidad que subyace en la TABLA I que se ha estado estudiando, sirviéndose de operaciones aritméticas que ellos consideren adecuadas.

Hay que aclarar que por lo complejo que puede resultar para algunos estudiantes la realización de esta tarea, el profesor no escatimará aclaraciones a dudas que puedan presentar algunos alumnos, en la ejecución del trabajo asignado.

Para llevar a cabo la tarea antes mencionada, se concede un tiempo

de entre 15 y 30 minutos. Cuando ha transcurrido, se procede a revisar grupalmente el resultado que obtuvo cada equipo de trabajo. La revisión consiste en que el profesor pregunta a cada equipo que describa en qué consistieron los intentos que realizaron y si tuvieron éxito o no. El maestro registra en el pizarrón los diferentes intentos (omitiendo las repeticiones) que los equipos realizaron, anotando explícitamente las operaciones realizadas y los tres primeros resultados a que condujo la experiencia. Para lo anterior, se utiliza un formato, más o menos, como el siguiente:

Altura (h)	Presión (P)	Intento 1 h + P	Intento 2 h · P	Intento 3 h - P
h_1	P_1	$h_1 + P_1$	$h_1 \cdot P_1$	$h_1 - P_1$
h_2	P_2	$h_2 + P_2$	$h_2 \cdot P_2$	$h_2 - P_2$
h_3	P_3	$h_3 + P_3$	$h_3 \cdot P_3$	$h_3 - P_3$

En el caso en que ninguno de los equipos haya encontrado la regularidad deseada, en virtud de la complejidad de la tabla, el profesor explica que la regularidad se encuentra al dividir cada una de las presiones de la tabla, entre el resultado que se obtiene al restarle a la altura total de la columna formada por los diez bloques, la altura a la que se encontró la respectiva presión.

Finalizada la explicación del profesor, los alumnos proceden a realizar los cálculos anteriores y anotan los resultados en la tabla que contiene las parejas de valores y los intentos que realizaron para encontrar la regularidad buscada.

Una vez que se ha hallado la regularidad, el maestro recuerda a los estudiantes el problema que originó su búsqueda: zanjar la presión a una altura no registrada en ella. Una vez encontrada, se está en posibilidades de abordar y resolver dicho problema.

Para ello, el profesor explica a los alumnos que es precisamente la "igualdad" entre las razones obtenidas, lo que permite establecer la relación adecuada para conocer la presión, a cualquier altura, de una columna formada de bloques semejantes a los utilizados en la experiencia.

El maestro explica que para establecer dicha relación, hay necesidad

de aceptar la suposición de que para cualquier altura h , de la columna que se considere, el valor de la presión P mantendrá la misma regularidad con los puntos que la tabla registra. Con ayuda de los estudiantes y utilizando la tabla, el profesor simboliza lo anteriormente dicho y obtiene la expresión:

$$\frac{P_i}{35 - h_i} = \frac{P}{35 - h}$$

donde P_i y h_i serán sustituidos por cualquier pareja de valores de la tabla.

El docente utiliza este ejemplo para recordar a los alumnos que, dos magnitudes relacionadas de tal forma que sus razones, para cualquier pareja de valores, sean iguales, se dice que son directamente proporcionales.

Finalmente, el profesor, ayudado por los estudiantes, reescribe la expresión anterior en la forma

$$P = \frac{P_i}{35 - h_i} (35 - h)$$

que muestra, de manera explícita, la forma de conocer la presión a cualquier altura de la columna. El maestro recuerda a los alumnos las ventajas que, sobre la tabla de valores, tiene el escribir la relación que existe entre la presión con la altura en la forma

$$P = \frac{P_i}{35 - h_i} (35 - h)$$

Estas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- i. permite conocer, de manera más fácil, el valor de la presión a cualquier altura;
- ii. reproduce, con bastante aproximación, los valores de la presión que la tabla registra;
- iii. es más fácil de recordar que la propia tabla;
- iv. resume la información contenida en la tabla.

Actividad 11-2-P-5-7-n. GRÁFICA DE UNA FUNCIÓN. Hasta el momento se han obtenido dos representaciones para las relaciones funcionales: una tabla y una ecuación. Otra forma de representar relaciones funcionales es mediante una gráfica, algo que el estudiante ya conoce. Por lo tanto, el profesor inicia la discusión señalando que tanto las tablas, como las ecuaciones, tienen el "inconveniente" de no ofrecer una "visualización rápida" del comportamiento de la variable dependiente al modificarse la variable independiente. De paso, señala que la forma de resolver la susodicha limitación es construyendo una representación gráfica de las parejas de números contenidas en la tabla. Inmediatamente después le formula a los estudiantes la siguiente pregunta: ¿cuál es el elemento geométrico necesario, es decir, imprescindible, para poder llevar a cabo la representación gráfica de las parejas de números contenidas en la tabla?

Después de discutir las respuestas que se propongan a esta pregunta, se llega a la conclusión de que lo que se necesita es contar con un sistema de coordenadas cartesianas. Hay que aclarar que por sistema de coordenadas se está entendiendo lo que comúnmente aprende un estudiante en secundaria y no más.

Cuando se ha establecido lo que se necesita para tener una representación gráfica de las parejas de números registradas en la tabla, el profesor solicita a los alumnos que describan, en forma ordenada, los distintos pasos que se siguen en la construcción del sistema de coordenadas cartesianas.

En términos generales, los estudiantes responden la pregunta anterior, en forma incompleta y/o desordenada. La finalidad de la experiencia que se está realizando radica en que los alumnos logren ordenar y sistematizar una serie de hechos que por lo general los poseen en forma desarticulada e incoherente.

La conclusión a la que llega el grupo, al discutir las respuestas dadas a la pregunta anterior, es la siguiente:

Para construir un sistema de coordenadas cartesianas se requiere:

- I. trazar dos rectas perpendiculares;
- II. asignarle nombre al punto donde se cortan las rectas y a cada una de ellas;

- iii. elegir una unidad de medida;
- iv. realizar la partición de los ejes, tomando en cuenta la unidad elegida, a partir del origen tanto a la derecha e izquierda como hacia arriba y hacia abajo;
- v. asignar el sentido positivo a cada eje mediante una punta de flecha;
- vi. asignarle un número entero a cada partición tomando en cuenta el sentido positivo de los ejes.

Cuando los alumnos han recordado el proceso que se sigue para trazar un sistema de coordenadas cartesiano, se está en posibilidades de abordar el procedimiento que se sigue para localizar, en un plano cartesiano, los puntos asociados a parejas de números como las que aparecen en las tablas. Con tal fin, el profesor plantea la siguiente pregunta:

¿Qué procedimiento se utiliza para localizar, en un plano cartesiano, el punto asociado a una pareja de números como los que aparecen en la tabla de las presiones en función de la altura?

La conclusión que se obtiene al discutir las respuestas que da el grupo a esta pregunta es la siguiente:

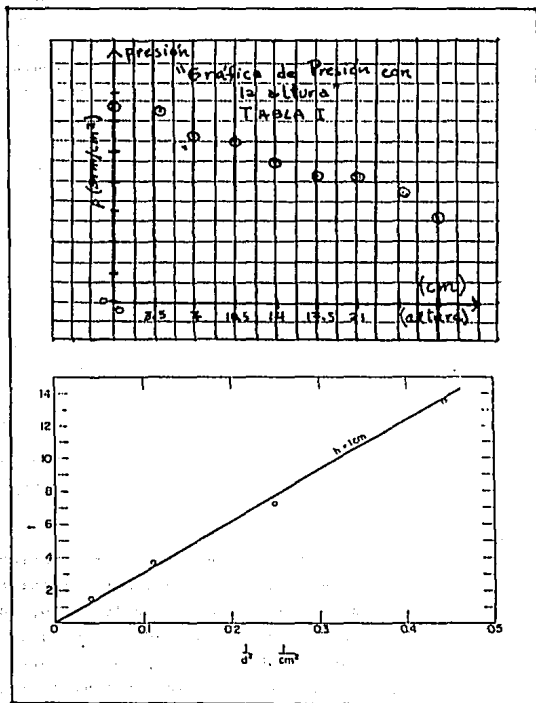
- i. localizar en el eje de las abscisas el primer número de los de la pareja;
- ii. localizar en el eje de las ordenadas el segundo número de la pareja;
- iii. por los puntos localizados, trazar rectas paralelas a los ejes;
- iv. el punto donde se corten las rectas, es el que se le asocia a la pareja de números.

Alcanzado lo anterior, los estudiantes han recordado los aspectos esenciales que permiten representar geoméricamente parejas ordenadas de números. Por lo tanto, la experiencia que sigue es representar, en un plano cartesiano, las parejas de números que forman la tabla que contiene las presiones, en función de la altura, en la columna formada por diez bloques homogéneos de madera.

Habiendo los estudiantes graficado las parejas ordenadas de la TABLA I, interviene el profesor para justificar el porque es posible hacer pasar entre los puntos graficados una línea recta.

El profesor muestra a los alumnos una filmina que reproduce los puntos que los estudiantes representaron con anterioridad. Les hace ver que si bien muestran una determinada regularidad, también exhiben una cierta dispersión y que ésta será, en general, el comportamiento que muestre cualquier tabla de valores que sea resultado de algún procedimiento experimental. Apoyará lo anterior, exhibiendo a los alumnos otra filmina que reproduzca colecciones de puntos que resulten de procesos experimentales.

El contenido de las filminas a que se hace referencia en el párrafo anterior es:



Con la ayuda de una filmina, que muestra la representación que han realizado anteriormente los alumnos, y utilizando una regla transparente y marcadores de cuatro colores distintos, el profesor les hace ver a los estudiantes, que es posible hacer pasar varias líneas rectas por entre los puntos graficados, y que si bien son diferentes entre sí, esta diferencia es tal que las rectas aparecen muy próximas unas a otras. En este momento, el maestro explica que, para este caso, existen métodos matemáticos que permiten determinar, de todas las rectas que se pueden trazar entre los puntos, la que "mejor se ajusta" a los puntos experimentales, pero que, debido a que en este nivel no se cuenta todavía con los elementos matemáticos para hacerlo, no es posible determinar dicha recta, pero que sin embargo, existe, y que para nuestros propósitos bastará con dibujar aquella que "pase lo más cerca posible de la mayoría de puntos".

Actividad 11-2-P-5-7-f. TRES REPRESENTACIONES DE LAS FUNCIONES: TABLAS, GRAFICAS Y ECUACIONES. A manera de resumen, de las distintas experiencias realizadas en toda la parte sílote de la quinta actividad de este apartado, el profesor concluye que la relación funcional entre dos magnitudes, cuando se formula de manera cuantitativa, puede darse mediante tres representaciones diferentes: una tabla, una gráfica y una ecuación.

Por otro lado, el maestro retoma el ejemplo de la TABLA 1 para resumir, a grandes rasgos, como fue posible encontrar, a partir de ella, la ecuación y la gráfica. En este punto el profesor aclara la imposibilidad de que a partir de la segunda tabla que recoge las presiones para el modelo de la TABLA 2 terrestre, se obtenga su ecuación correspondiente debido a que de momento los estudiantes carecen de los elementos matemáticos pertinentes para encontrarla; pero que, en cambio, están en posibilidades de trazar su representación gráfica.

ACTIVIDAD 11-2-P-5-8. MEDICION DE LA PRESION ATMOSFERICA. En este apartado, el profesor les recuerda a los alumnos el proceso usual que se sigue para medir la presión atmosférica. Para ello, retoma algunos aspectos tratados en experiencias anteriores y las resume en una serie de tres preguntas que los alumnos, después de contestarlas en forma individual, las discuten de manera grupal para llegar a respuestas concensadas. Cada pregunta se formula una después de otra y no se plantea la siguiente hasta que

se haya concluido la respuesta de la pregunta anterior. En seguida aparecen las preguntas que se plantean, e inmediatamente después de ellas la respuesta a la que se debe llegar después de discutir las grupalmente.

Pregunta 1. ¿Qué expresión matemática se emplea para el cálculo de la presión?

Respuesta: La expresión matemática que se utiliza para el cálculo de la presión es $P = \frac{F}{S}$, donde F es la fuerza aplicada en forma perpendicular a la superficie S .

Pregunta 2. En la experiencia con las columnas formadas de cubos, ¿qué procedimiento se siguió para calcular la presión a cierta altura de la columna?

Respuesta: Para calcular la presión a una cierta altura h de la columna, se calculó el peso de la parte de la columna que se encontraba por arriba de la altura considerada y este resultado se dividió entre el área de la sección de la columna.

Pregunta 3. ¿Qué procedimiento se seguiría para calcular la presión atmosférica a cualquier altura, considerando una determinada superficie?

Respuesta: Calcular el peso de una columna de atmósfera terrestre que tenga por sección la superficie considerada y dividir este peso entre el área de la superficie.

Con la idea de que el estudiante sea conciente de que llevar a cabo el procedimiento que describió en la Pregunta 3 es complicado de realizarse, el profesor formula la siguiente pregunta:

¿Consideras que el procedimiento que se describió en la respuesta a la Pregunta 3 es relativamente fácil de llevar a cabo?

Discúldas, en forma grupal, las respuestas que los alumnos propongan a la pregunta anterior, debe quedar claro que es imposible

pesar, de manera directa, una columna de atmósfera terrestre. Además, como conocer, con precisión, la altura de una columna de aire, o la densidad del mismo, es bastante complicado, el profesor repite la experiencia de que se valió Torricelli para medir la presión atmosférica, al tiempo que justifica el resultado e introduce las unidades en que se mide, usualmente, la presión atmosférica.

ACTIVIDAD II-2-P-5-9. MANIFESTACIONES DE LA PRESION ATMOSFERICA.

En una de las experiencias anteriores se mencionó que es difícil reconocer la existencia de la atmósfera terrestre. Sin embargo, lo que es relativamente simple es mostrar algunos hechos donde aquella se manifiesta. En esta experiencia, los alumnos realizan trece experimentos cuya explicación radica en propiedades de la presión atmosférica. Con tal propósito, anticipadamente al día en que se realizarán los experimentos, el profesor entrega a los alumnos la siguiente lista de materiales con el objeto de que, por equipos, lo tengan preparado para el día en que se utilizarán.

LISTA DE MATERIALES

- Dos vasos de cristal transparente de borde grueso.
- Un trozo de cartón de 10x10 cm.
- Un frasco de vidrio de boca ancha.
- Un plato.
- Una barra de plastilina.
- Un popote de plástico para tomar refresco.
- Una lata de jugo vacía sin tapa y con un agujero a un centímetro de la base.
- Una botella vacía de refresco familiar.
- Un globo.
- Una botella de leche vacía.
- Un huevo duro.
- Un recipiente de diez centímetros de alto y de aproximadamente quince centímetros de diámetro.
- Dos destapacaños o ventosas.
- Dos tazas pequeñas.
- Un trozo de papel secante.
- Un recipiente con un litro de agua.

El día de la práctica, el maestro entrega a cada equipo un material de lectura, en donde aparecen descritas las experiencias que deberán realizar. Ellos las llevan a cabo y las respuestas a las preguntas que para cada experiencia plantea el texto, las contestan en sus cuadernos. El material de lectura es el que a continuación se reproduce.

LECTURA 11-2-3

"Manual de la UNESCO para la Enseñanza de las Ciencias"

Traducción de Alberto E. J. Fesquet.

Edit. Sudamericana

Buenos Aires, Argentina.

1966.

Aire y presión atmosférica

Nos encontramos en la atmósfera como en el fondo de un océano de aire, y este aire es indispensable para la vida. Además el hombre diariamente aprovecha las propiedades del aire y de la presión atmosférica; son, por lo tanto, temas que todos los escolares deben estudiar.

A. ¿DÓNDE EXISTE EL AIRE?

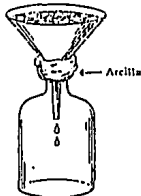
1. Sumergir una botella de gollete estrecho en el agua y sostenerla boca abajo. Acercar lentamente el gollete a la superficie. ¿Qué se comprueba? ¿Estaba vacía la botella?
2. Echar un puñado de tierra en un recipiente lleno de agua y observar. ¿Algún fenómeno revela la presencia de aire en la tierra?
3. Colocar un ladrillo en un recipiente lleno de agua. ¿Qué fenómeno revela la existencia de aire en el interior de este ladrillo?
4. Llenar un vaso con agua. Calentar suavemente y observar con atención. ¿Qué fenómeno demuestra que el agua contiene aire?

B. EL AIRE OCUPA UN LUGAR EN EL ESPACIO

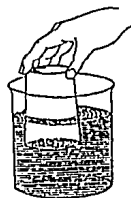
1. Tomar una botella y un embudo. Poner el embudo en el gollete de la botella y recubrir el intersticio con arcilla para obtener un cierre hermético. Verter lentamente agua en el embudo. ¿Qué sucede? ¿Qué propiedad del aire se puede deducir?
2. Repetir el experimento número 1 y llenar de agua el embudo hasta el borde. Con

un clavo perforar delicadamente un agujerito en la arcilla. ¿Qué se observa? ¿Cómo se explica?

3. Arrojar un corcho en un recipiente grande de vidrio lleno de agua hasta la mitad.



Arcilla

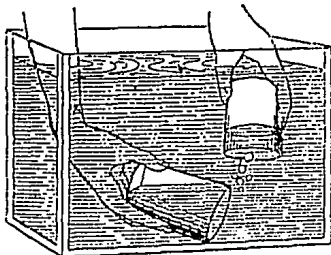


Hundir un vaso invertido por encima del corcho. ¿Qué se observa? Apretar un trozo

90

de papel contra el fondo del vaso y repetir el experimento. ¿Se moja el papel?

4. Conseguir una pecera (o una cuba grande); llenarla casi por completo de agua y sumergir en el agua un vaso invertido. Con la otra mano sumergir un segundo vaso que se dejará llenar inclinándolo un poco. Sostener este segundo vaso, boca al revés, encima del primero, del cual se dejará escapar el aire lentamente, inclinándolo poco a poco. Hacer pasar así todo el aire del primer vaso al segundo. ¿Qué propiedad del aire se pone en evidencia?



5. Sumergir un frasco en la pecera de modo que se llene, y colocarlo verticalmente boca abajo sobre el fondo de la pecera; deslizar bajo la boca un tubo de goma (o una cánula) y soplar suavemente por el tubo. ¿Qué propiedad del aire se pone en evidencia?

B. *El aire ocupa un lugar en el espacio*

6. Invertir un frasco de vidrio lleno de agua sobre un recipiente ancho y playo también lleno de agua. Para realizar esto llenar el frasco, tapar la boca con un vidrio o un



cartón, invertirlo y colocarlo sobre el fondo del recipiente; luego retirar, bajo el agua, el vidrio o el cartón. Inclinarse un poco el frasco para poder introducir el extremo de un cuentagotas. Apretar la goma del cuentagotas y observar lo que sucede. La operación puede repetirse varias veces. ¿Qué propiedad del aire se pone en evidencia?

7. Conseguir una botella con un tapón de corcho o de goma que la cierre herméticamente. Llenar con agua la botella de modo que sólo quede una pequeña burbuja de aire entre el agua y el tapón. Acostar la botella y tratar de hacer desaparecer la burbuja hundiéndola. ¿Qué se observa? ¿Qué propiedad del aire se pone así en evidencia?

C. EL AIRE ES PESADO

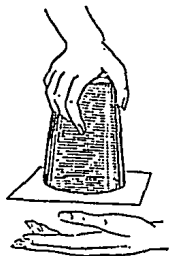
1. Clavar un clavo delgado exactamente en el centro de un listón de madera suficientemente largo, o en un metro de tendero, de modo que lo atraviese de parte a parte. Apoyar cada extremo del clavo sobre el borde de un vaso. Construir un cursor con un trocito de alambre y colocarlo en el extremo de la cruz, del lado más liviano. Desplazar el cursor hacia el centro hasta que la cruz esté perfectamente horizontal. Suspender un globo y una banda de goma en el extremo de uno de los brazos de la balanza y restablecer exactamente el equilibrio. Lastrar el otro brazo y marcar sobre cada brazo la ubicación exacta del globo y del contrapeso. Retirar el

globo e inflarlo con aire; atar el globo con la banda de goma; colgarlo de nuevo exactamente en el mismo lugar y asegurarse de que el contrapeso también esté en su sitio. ¿Qué se observa? ¿Qué conclusiones se sacan con respecto al peso del aire?

Pero no hay que olvidar que el globo, al aumentar de volumen, desplaza más aire; está, pues, sometido a un empuje más fuerte (principio de Arquímedes) y esto complica la experiencia; pero si se infla el globo hasta el máximo, el aumento de peso se manifiesta. Se puede evitar esto reemplazando el globo por un recipiente metálico al que se haya fijado una válvula de cámara de bicicleta.

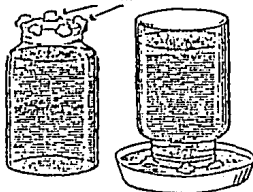
D. EXPERIMENTOS PARA PONER EN EVIDENCIA LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

1. Llenar un vaso con agua hasta el borde. Cubrirlo con un cartón bien ajustado contra los bordes del vaso. Invertir el conjunto y sacar la mano que sostiene el cartón. Colocar el vaso invertido sobre una mesa bien lisa y hacerlo deslizar del cartón a la mesa. Deslizar el vaso suavemente sobre la superficie de la mesa. ¿Se puede vaciar el vaso sin que su contenido se derrame sobre la mesa? ¿Qué conclusiones se pueden sacar con respecto al aire?



2. Colocar algunos trocitos de arcilla en el borde de un frasco. Llenarlo de agua, recubrirlo con un plato que apoye sobre la pelotita de arcilla y luego invertirlo. El dispositivo obtenido puede servir de bebedero para aves. ¿Por qué el agua no desborda del frasco? Extraer un poco de agua del plato. ¿Qué sucede? ¿Por qué?

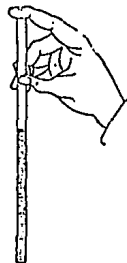
Esferas de arcilla



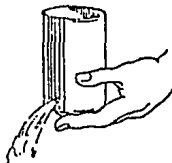
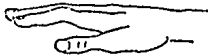
3. Tomar un pedazo de cartulina gruesa de unos 5 cm de ancho y 60 cm de largo y colocarlo sobre una mesa de manera que sobresalga unos 25 cm. Desplegar una hoja de papel de diario sobre la mesa recubriendo

completamente la parte de la cartulina que se encuentra en ella. Sacar todo el aire que hay bajo la hoja de papel, alisándola con la mano, desde el centro hacia los bordes. Para que el experimento tenga éxito es necesario que no quede aire entre el papel y la mesa. Hecho esto, pedir a un alumno que dé un fuerte golpe con una regla sobre la parte de la cartulina que sobresale de la mesa. ¿Qué sucede y qué conclusiones se obtienen?

4. Tomar un tubo de vidrio o una cánula, tapar con el dedo el orificio superior y sumergirlo en un frasco con agua coloreada. Levantar el dedo y observar lo que sucede. Con el dedo volver a tapar el extremo del tubo y retirar éste del agua. ¿Qué sucede? ¿Por qué? ¿Qué conclusión se obtiene?



5. Con un clavo, hacer un orificio pequeño en una lata de conserva. Llenarla de agua. Aplicar la palma de la mano sobre la boca de la lata para cerrarla herméticamente. El agua deja de salir por el orificio. Sacar la mano; el agua vuelve a salir. ¿Qué se deduce?



92

D. Experimentos para poner en evidencia la presión atmosférica

6. Tomar un frasco bastante alto o una botella. Hacer una pelota de papel, encenderla y dejarla caer en el recipiente. Aplicar rápidamente un globo de goma o una membrana de caucho sobre el gollete. ¿Qué sucede? ¿Cómo se lo puede explicar?

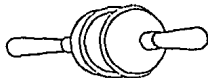
7. Poner a hervir un huevo durante 10 minutos hasta que esté bien duro. Sacarle de la cáscara. Tomar una botella de gollete bastante ancho para que el huevo pueda entrar forzando algo, pero sin que se rompa. Servirá perfectamente para la ocasión una botella para leche de un litro. Hacer una pelota de papel; encenderla, echarla dentro de la botella y colocar en seguida el huevo sobre el gollete con la punta hacia abajo. ¿Qué sucede? ¿Cómo se lo explica? Para sacar el huevo dar vuelta la botella de manera que el huevo se apoye en el gollete con la punta hacia abajo. Soplar con fuerza en la botella y observar el resultado.

8. Sumergir un vaso en un recipiente grande lleno de agua. Asegurarse de que el vaso no contenga nada de aire. Invertirlo y sacarlo casi por completo del agua, sosteniéndolo por el fondo. ¿Por qué el agua queda en el vaso?



9. Humedecer el fondo de la ventosa de un destapador de caños y aplicarlo fuertemente sobre una superficie plana, por ejemplo sobre un taburete. Tratar de levantar el taburete asiendo por el mango del destapador. ¿Cómo es esto posible?

10. Humedecer el borde de la ventosa de dos destapadores de caños. Aplicar con fuer-



za las dos ventosas una contra otra y tratar de separarlas. ¿Por qué es difícil conseguirlo? Este experimento recuerda la clásica experiencia de los hemisferios de Magdeburgo.

11. Inflar un globo por la mitad. Conservándolo en la boca acercarlo a una mesa y aplicarle de un lado y otro dos tazas de té. Inflarlo un poco más y cesar bien la abertura del globo. Si el experimento resulta, podrán alzarse las dos tazas al levantar el globo. ¿Qué fuerza es la que mantiene las dos tazas contra el globo?

12. Tomar dos vasos de borde grueso y adaptar a uno de ellos un aro de papel secante húmedo. Estrujar un pedacito de papel, encenderlo y echarlo dentro del vaso que se habrá colocado sobre una mesa. Invertir el otro vaso y juntar con fuerza los bordes sobre la banda de papel secante. ¿Se puede levantar el vaso de abajo sosteniendo el de arriba? ¿Por qué?

ACTIVIDAD 11-2-P-5-10. REVISIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS EXPERIMENTOS ANTERIORES. Cuando los estudiantes han realizado los experimentos y contestado las preguntas que se plantean, se procede a la discusión de las respuestas que por equipos se dieron. El papel del profesor en esta discusión es sumamente importante ya que, ante respuestas o explicaciones equivocadas, deberá argumentarle al alumno con el objeto de que éste reconozca su equivocación, sin que para ello, tenga el profesor que recurrir a la respuesta correcta de la pregunta.

Al discutir los resultados de estos doce experimentos, se presenta la oportunidad de que el maestro les recuerde a los estudiantes dos principios fundamentales para la comprensión de los resultados de las experiencias: el primero, tiene que ver con el

hecho de que la presión atmosférica se aplica en todas direcciones y el segundo, con la condición que debe cumplir un sistema mecánico para que permanezca en reposo. En otras palabras, los doce experimentos que se realizan se utilizan como pretexto para que, al final de la discusión, se establezcan las dos conclusiones siguientes:

- + cuando un cuerpo se encuentra en la atmósfera terrestre, la presión atmosférica se aplica sobre todos los puntos de su superficie;
- + si un sistema mecánico permanece en equilibrio, la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es igual a cero.

ACTIVIDAD 11-2-P-6

LEY DE LAS PRESIONES PARCIALES

La ley de las presiones parciales establece que la presión total en una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones que ejerce cada componente. Este principio es difícil de mostrar mediante una experiencia simple. Por tal motivo, en esta actividad se utilizará una analogía que, al aplicarse a una mezcla de gases, los estudiantes logren visualizarla intuitivamente. La analogía consiste en considerar la columna formada por diez bloques, idénticos, de madera, como si fuera una mezcla formada de diez gases. Una columna de tales características fue utilizada en una experiencia anterior. En este momento, los estudiantes harán uso de los resultados obtenidos en una de las experiencias anteriores y que se encuentran resumidos en la T.A.B.L.A. I que se muestra en seguida.

Altura (cm)	Presión gr/cm ²
0	
3.5	
7	
10.5	
12	
19	
22	
26	
32	
35	

Utilizando un conjunto de preguntas, que el profesor plantea a los estudiantes, se pretende que los alumnos logren intuir a qué es igual la presión total en una mezcla de gases. Las preguntas se formulan una después de otra, evitando plantear la siguiente mientras la anterior no haya sido contestada en forma individual y discutida grupalmente la respuesta dada.

Las preguntas, con sus respectivas respuestas a que se quiere llegar, según el procedimiento antes establecido, son las siguientes:

Pregunta 1. De acuerdo a la TABLA 1, ¿cuál es la presión que se obtiene a cero centímetros de altura?

Respuesta: La presión a cero centímetros de altura es de 16.3 gr/cm².

Pregunta 2. De acuerdo a la TABLA 1, ¿cuál es la presión que se obtiene a 3.5 cm de altura?

Respuesta: La presión a 3.5 cm de altura es de 14.7 gr/cm².

Pregunta 3. ¿Cuántos cubos son los que ejercen presión a cero centímetros de altura?

Respuesta: Diez cubos.

Pregunta 4. ¿Cuántos cubos son los que ejercen presión a 3.5 cm de altura?

Respuesta: Nueve cubos.

Pregunta 5. ¿Cuál es la diferencia entre el número de cubos que ejercen presión a cero centímetros de altura y a 3.5 cm de altura?

Respuesta: Un cubo.

Pregunta 6. ¿Cuál es la diferencia entre las presiones a cero y a 3.5 cm de altura?

Respuesta: La diferencia de presiones es de 1.6 gr/cm².

Pregunta 7. ¿La presión que ejercen nueve cubos a una altura de 3.5 cm es la misma que ejercerían a una altura de cero centímetros?

Respuesta: La presión que ejercen es la misma.

Pregunta 8. ¿Cuál es la presión que ejerce un sólo cubo sobre la superficie de la mesa?

Respuesta: La presión que ejerce un cubo es de 1.6 gr/cm^2 .

Pregunta 9. Considerando que la presión que ejerce un cubo a una altura de cero centímetros es de 1.6 gr/cm^2 , ¿cuál será la presión que ejercerán diez de estos cubos a una altura de cero centímetros?

Respuesta: La presión que ejercerán los diez cubos será de 16 gr/cm^2 .

Pregunta 10. ¿Es posible que la presión que ejercen diez cubos a una altura de cero centímetros sea igual a la suma de las presiones que ejercen cada uno de los diez cubos?

Respuesta: Si es posible.

Pregunta 11. Si en lugar de considerar una columna formada de cubos idénticos, se considera una columna compuesta por cubos del mismo tamaño pero de diferente material, como la columna que dió origen a la TABLA 2, ¿la presión total ejercida en la base de la columna será igual a la suma de las presiones que cada cubo ejerce en la base?

Respuesta: Si, la presión total ejercida en la base de la columna es igual a la suma de las presiones que ejerce cada uno de los cubos.

Pregunta 12. Suponiendo que se tiene un globo inflado con oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y helio, ¿es posible afirmar que la presión total que ejerce la mezcla de gases sobre la superficie del globo, es igual a la suma de las presiones que ejerce cada uno de los componentes de la mezcla?

Respuesta: Sí es posible.

Pregunta 13. Recordando que la atmósfera terrestre es una mezcla de ciertos gases con determinados porcentajes, y suponiendo a un individuo que se encuentre inmerso en ella, explicitar la contribución de cada uno de los componentes en la presión total que experimenta el individuo.

Respuesta: Oxígeno 21%, nitrógeno 78% y otros gases 1%.

Una vez que el cuestionario ha sido concluido, el profesor resume esta actividad explicitando la ley de las presiones parciales y ejemplificándola para el caso de la atmósfera terrestre.

ACTIVIDAD 11-2-P-7

LECTURA DIRIGIDA DE PRESION ATMOSFERICA

La ACTIVIDAD 11-2-P-5 estuvo dedicada a un conjunto de experiencias encaminadas a definir y a considerar algunos aspectos de la presión atmosférica. El desarrollo o tratamiento de estos aspectos se llevó a cabo de manera fragmentaria, considerando primero un aspecto y después otro, aunque hubo interés de presentarlos, en la medida de lo posible, un tanto interrelacionados.

En esta actividad, los alumnos realizarán una lectura con el propósito de que tengan oportunidad de enfrentarse, de manera global o total, a los distintos aspectos de la presión atmosférica y que les ayude a estructurar aquellos elementos que se le presentaron en forma aislada en la ACTIVIDAD 11-2-P-5.

La lectura a que se está haciendo referencia está formada de dos textos que se obtuvieron de un libro de Geografía y otro de Física, del Segundo y Primer año de secundaria, respectivamente. Los textos son los que a continuación se reproducen.

LECTURA 11-2-4

"Geografía dos". Segundo Grado.

Andrade, Victoria et. al.

Edit. Trillas.

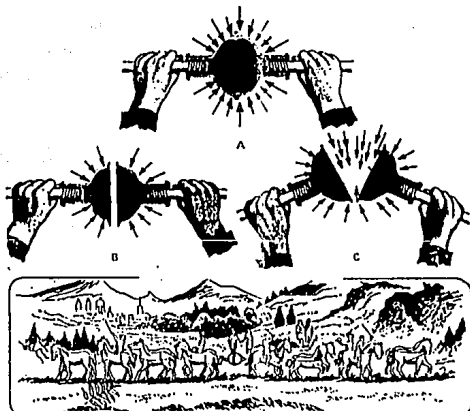
México, 1983.

PRESION ATMOSFERICA

En el curso anterior aprendiste que la atmósfera es una mezcla de gases. Estos, como todos los cuerpos, pesan y por tanto, presionan la superficie terrestre. Esta presión, como puedes observar en la figura 2.18, no se ejerce sólo hacia abajo sino en todas direcciones.

Actividad 10. Comprueba la existencia de la presión atmosférica y, además, que ésta se ejerce en todas direcciones, realizando el experimento siguiente: junta las bocas de dos destapadores de caños, previamente humedecidas para hacer salir el aire que contienen. Trata de separarlos. Comenta con tus compañeros lo que observaste.

El fenómeno anterior tiene la siguiente explicación: cuando juntas los destapadores, el número de moléculas que ejercen presión contra la superficie exterior de sus bocas era aproximadamente igual al que presionaba desde el interior de esas bocas, hacia afuera. Cuando sacaste el aire, la presión externa fue mayor; por consiguiente, los



2.18 Las tres figuras de la parte superior explican, en forma esquemática, el experimento de los hemisferios de Magdeburgo ilustrado en la parte inferior. Como recordaste, los dos hemisferios no se separaron cuando los dos grupos de caballos tiraron de ellos en direcciones opuestas.



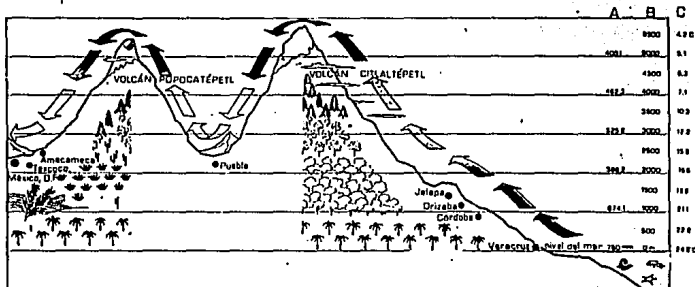
2.19 La presión atmosférica se ejerce en todas direcciones. Las flechas indican que el cuerpo humano recibe presión de la atmósfera, de todas direcciones.

destapadores permanecieron juntos. Al separarlos, el aire penetró nuevamente en las bocas porque siempre se mueve de la zona de mayor presión hacia aquella donde ésta es menor. Esta ley, como verás en las páginas siguientes, tiene gran importancia en la formación de los vientos.

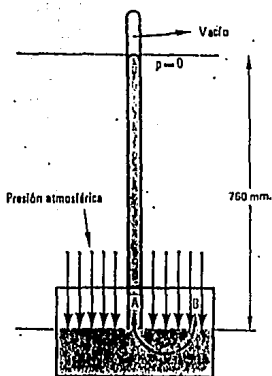
¿Cuánto pesa la atmósfera? Su peso total se calcula en unos 5 600 billones de toneladas, lo que significa que al nivel del mar cada cm^2 de superficie soporta 1.030 kg, cantidad que equivale al peso de una columna vertical de aire, de igual superficie, que se extiende hasta el límite superior de la atmósfera. A este valor se le llama *atmósfera de presión*.

De acuerdo con los datos anteriores podemos calcular que sobre cada ser humano, al nivel del mar y de acuerdo con su tamaño y la superficie de su piel, la atmósfera ejerce una presión de 10 a 20 toneladas.

¿Por qué no sentimos ese enorme peso? Recuerda que estamos sumergidos en ese fluido gaseoso que es la atmósfera, en la misma forma que los peces en ese fluido líquido que es el agua. El organismo humano está constituido para soportar el peso del aire y equilibra la presión externa con la que ejerce, del interior hacia afuera, el aire que contiene el cuerpo (Fig. 2.19).



2.20 Variación de la temperatura y de la presión, según la altura. Observe en el esquema que en la troposfera, a medida que la altura aumenta, la temperatura y la presión disminuyen. Las columnas A, B y C representan presión atmosférica, en mm; altitud en m y temperatura en grados centígrados, respectivamente.



2.21 Barómetro de mercurio. Las flechas indican la presión que ejerce la atmósfera sobre el depósito de mercurio. La presión normal al nivel del mar está indicada en el esquema.

Advierte que con frecuencia empleamos la expresión "al nivel del mar" al hablar de presión. Esto se debe a que la presión disminuye notablemente con la altura pues, como recordarás, las capas atmosféricas bajas son mucho más densas que las elevadas. Es tan rápido el enrarecimiento del aire que el peso de éste que es, como dijimos, de un poco más de 1 kg al nivel del mar, se reduce a $\frac{1}{2}$ kg a una altitud de sólo 5 500 m (Fig. 2.20).

En las figuras 2.21, 2.22 y 2.23 están representados un barómetro de mercurio, un aneróide y un barógrafo. Los dos primeros miden la presión atmosférica; el barógrafo registra en forma continua y automática las variaciones de presión.

El barómetro de mercurio es el más común. Su funcionamiento se basa en un experimento que realizó hace más de tres siglos Torricelli, famoso físico italiano. El experimento está descrito en la actividad siguiente. Trata de repetirlo con ayuda de tu maestro de física.

Actividad 11. Consigue un tubo de vidrio de 800 mm de longitud y 1 cm de diámetro. Cierra uno de sus extremos al mechero de gas, de acuerdo con las instrucciones que te dará tu maestro; Coloca en un recipiente mercurio suficiente para obtener 3 cm de profundidad. Llena el tubo con mercurio químicamente puro; tapa con un dedo el extremo abierto y sumerge el tubo de manera que ese extremo quede dentro del mercurio contenido en el recipiente. Retira el dedo, cuidando que no penetre alguna burbuja de aire en el interior del tubo, y obsérvale, si el experimento se realiza al nivel del mar, que el mercurio desciende hasta una altura de 760 mm.

¿Qué demuestra el experimento anterior? Que la presión que ejerce el aire sobre el mercurio contenido en el recipiente impide que el tubo se vacíe en su totalidad. El mercurio desciende hasta que la presión de la columna se equilibra con la presión atmosférica y esto sucede, al nivel del mar, cuando el barómetro marca 760 mm. Esta medida, llamada también *760 torr* en honor de Torricelli, se considera como la *presión normal* de la atmósfera, al nivel del mar.

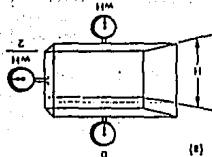
LECTURA 11-2-5

"Física breve I", Primer grado.

Boltrán, Virgilio.

Edit. Trillas.

México, 1983.



6.4. LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La Tierra está cubierta por una capa de aire llamada atmósfera (del griego *atmos*, aire). Está compuesta principalmente por nitrógeno y oxígeno, pero también tiene vapor de agua, dióxido de carbono y pequeñas cantidades de otros gases. La atmósfera terrestre tiene unos 800 km de espesor, pero sus propiedades cambian con la altura. Cerca de la superficie de la Tierra es relativamente densa—aquí 1 m^3 de aire pesa 1.3 kg—pero su densidad disminuye al aumentar la altura hasta desaparecer gradualmente en el espacio exterior.

El aire—como todos los gases—está compuesto por moléculas que se mueven en línea recta y chocan continuamente unas con otras. Este movimiento y los continuos choques hacen que la atmósfera tienda a expandirse y perderse en el espacio exterior. La Tierra no pierde su atmósfera porque la fuerza de gravedad atrae a las moléculas de aire hacia la superficie terrestre oponiéndose, con éxito, a que escapen. Esto no ocurre, por ejemplo, en la Luna, que no tiene atmósfera porque su fuerza de gravedad no es lo suficientemente fuerte para contrarrestar la tendencia de los gases a expandirse y escapar al espacio exterior.

La atmósfera terrestre es densa donde la fuerza de gravedad es mayor: cerca de la superficie de la Tierra. Al aumentar la altura la fuerza de gravedad disminuye y la atmósfera se hace progresivamente menos densa. A 800 km de altura la fuerza de gravedad se ha hecho tan pequeña que ya no puede evitar la expansión del aire y prácticamente la atmósfera termina.

La atmósfera—como todos los gases—ejerce presión porque sus moléculas chocan continuamente sobre la superficie de los objetos terrestres. No la sientes porque tu cuerpo creció bajo la presión del aire y en su interior hay otra igual que la contrarresta, pero la presión atmosférica te muestra continuamente su existencia; por ejemplo, cuando tomas un

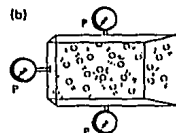


FIG. 6.7. a) La presión de un fluido sobre su recipiente depende de la profundidad. b) La presión de un gas sobre su recipiente es la misma en todas las paredes de su recipiente.

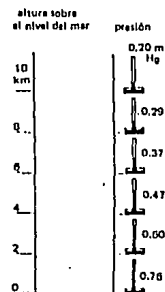


FIG. 6.8. La presión atmosférica es mayor cerca de la superficie. A mayor altura, la densidad disminuye y la presión atmosférica también.

líquido valiéndote de un popote. Al absorber aire con la boca, se reduce la presión que ejerce dentro del popote y el líquido sube impulsado por la presión que ejerce la atmósfera sobre la superficie fuera del popote (fig. 6.9).

El barómetro de Torricelli. Puedes hacer otra demostración de la presión atmosférica con una botella y una cubeta de agua. Llena de agua la botella, tómalala por el cuello tapándola con el pulgar, voltea y hunde su boca en el agua de la cubeta. Después, retira el pulgar (fig. 6.10). Verás que la botella no se vacía si su boca está hundida. Esto se debe a que la presión atmosférica se ejerce en la superficie del agua en la cubeta, pero no en el interior de la botella. Esta presión es transmitida por el agua y sostiene la que está dentro de la botella.

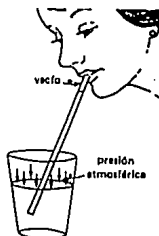


FIG. 6.9. La presión atmosférica hace subir el agua por un popote al absorber el aire de su interior.

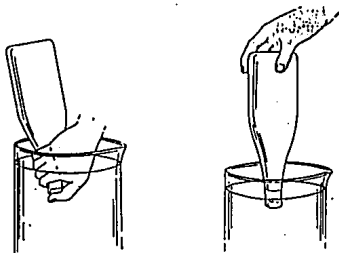
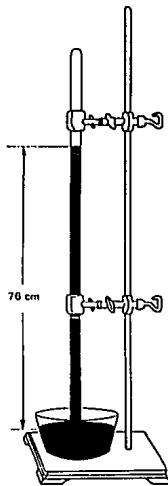


FIG. 6.10. La presión atmosférica sostiene el agua en la botella.

FIG. 6.11. La presión atmosférica equilibra una columna de mercurio de 76 cm, a nivel del mar.



Puedes usar para este experimento cualquier botella que tengas a la mano; la presión atmosférica a nivel del mar puede sostener toda el agua que quepa en una botella ¡hasta de 10 m de altura!

El barómetro de mercurio, o tubo de Torricelli, es un instrumento para medir la presión atmosférica. Consiste de un tubo de vidrio de unos 80 cm de longitud cerrado por un extremo, y una cuba pequeña con mercurio. Para ponerlo a funcionar se llena el tubo con mercurio y, tapándolo con el pulgar, se introduce su extremo abierto en la cuba llena de mercurio retirando después el pulgar (fig. 6.11). Como en el experimento de la botella de agua, el tubo de Torricelli no se vacía al destaparlo dentro del mercurio, pero tampoco queda totalmente lleno porque el peso específico del mercurio es mucho mayor que el del agua y la presión atmosférica a nivel del mar puede equilibrar una columna de mercurio de solamente 76 cm de altura.

La columna de mercurio del tubo de Torricelli es equilibrada por la presión atmosférica. Si ésta cambia, la altura de la columna también cambia. Por ejemplo, en un lugar a 2 000 m sobre el nivel del mar la presión atmosférica sostiene solamente 56 cm de mercurio. La altura de la columna de mercurio en el tubo de Torricelli indica entonces el valor de la presión atmosférica. De hecho, ésta es igual a la que ejerce la columna de mercurio sobre su base y se puede calcular con la fórmula $p = w H$ (sección 5.3).



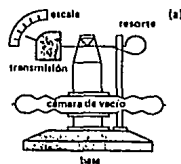
FIG. 6.12. Blaise Pascal demostró que la presión atmosférica disminuye cuando la altura aumenta subiéndolo un barómetro de mercurio en la montaña Puy de Dome (Francia).

La presión atmosférica se suele expresar indicando solamente la altura de la columna de mercurio en el barómetro. Así, se dice que a nivel del mar la presión atmosférica es de 76 cm de mercurio y a 2 000 m de altura es de 56 cm de mercurio. También suele expresarse en mm de mercurio. Esta unidad se llama Torr en honor a Torricelli. La presión atmosférica normal, expresada en esta unidad, es 760 Torr.

El barómetro aneroid. El tubo de Torricelli es un barómetro muy sencillo y fácil de construir, pero es frágil, incómodo y difícil de transportar. El llamado barómetro aneroid no presenta estos inconvenientes. Es un instrumento compacto que mide la presión atmosférica por las deformaciones que produce en una cámara metálica de paredes flexibles, de cuyo interior se ha extraído el aire. Estas deformaciones son amplificadas y transmitidas a una aguja que se mueve sobre una escala que indica el valor de la presión atmosférica (fig. 6.13)

El altímetro. La variación de la presión atmosférica con la altura de un lugar sobre el nivel del mar se puede utilizar para medir esa altura. Para esto simplemente se mide la presión atmosférica y se lee la altura que le corresponde en un cuadro de valores preparado de antemano, como el cuadro 6.4. Por ejemplo, si la altura de la columna de mercurio es de 66 cm, la altura del lugar es 1 200 m.

FIG. 6.13. El barómetro aneroid. a) Esquema de sus partes y funcionamiento. b) Cautela y mecanismo.



Cuadro 6.4.		
Variación de la presión atmosférica con la altura		
Altura sobre el nivel del mar	Presión	Altura de la columna de mercurio
0 m.	1.03 kg/cm ²	76 cm
300	1.00	73
600	0.96	71
900	0.93	68
1 200	0.89	66
1 500	0.86	63
1 800	0.83	61
2 100	0.80	59
2 400	0.77	57
2 700	0.74	55
3 000	0.71	53

La lectura de cada texto se lleva a efecto de acuerdo a los criterios establecidos en la ACTIVIDAD 11-2-G-8.

ACTIVIDAD 11-2-P-8

REVISIÓN DE LA LECTURA SOBRE PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Esta actividad está dedicada a que, de manera grupal, se lleve a cabo la revisión de la lectura anterior. Para ello, se toman en consideración los aspectos que se determinaron en la ACTIVIDAD 11-2-G-8; así como las dudas que planteen los estudiantes.

ACTIVIDAD 11-2-P-9**ELABORACION DEL RESUMEN DE LA LECTURA
SOBRE PRESION ATMOSFERICA**

Esta actividad la realizan los alumnos, de acuerdo a los criterios establecidos en las ACTIVIDADES 11-2-G-8, 11-2-G-9 y 11-2-G-10. Una vez entregados, el profesor los revisa en casa y devuelve, con las correcciones pertinentes, a la mayor brevedad posible.

ACTIVIDAD 11-2-P-10**SEGUNDA APLICACION DEL EXAMEN DIAGNOSTICO
SOBRE PRESION ATMOSFERICA**

Como se recordará, antes de iniciar el estudio de la presión atmosférica, se aplicó un examen, cuyo objetivo era servir de indicador acerca de la información que en relación al tema, poseían los estudiantes. En este momento, después de haber realizado una serie de actividades encaminadas a recordarles aspectos diversos de la presión atmosférica, se considera que están en posibilidades de poder abordar las preguntas que el examen contiene y contestarlas correctamente.

Con la idea de que los alumnos se convenzan del avance que se logra en el conocimiento de algo, en virtud de su estudio sistemático, se les aplica por segunda vez el examen sobre presión atmosférica, de tal suerte que la comparación de los resultados que obtuvieron en ambas ocasiones, sea un elemento más que les permita percatarse del progreso que han tenido.

ACTIVIDAD 11-2-P-11**REVISION GRUPAL DE LA SEGUNDA APLICACION
DEL EXAMEN SOBRE PRESION ATMOSFERICA**

La revisión de las respuestas al examen se efectúa de manera grupal y para ello, el profesor interroga, por cada pregunta, a un estudiante diferente. La respuesta dada se pone a consideración del grupo y se discute, en caso de ser necesario, hasta obtener la respuesta correcta.

S E G U N D O A C E R C A M I E N T O
R E S P I R A C I O N H U M A N A

INTRODUCCION

Para la situación que nos ocupa, la respiración humana es la función fisiológica más importante. Su papel es doble: en primer lugar, introducir aire a los pulmones; en segundo, expulsar hacia la atmósfera el bióxido de carbono que desecha nuestro organismo. Sabemos que el oxígeno constituye, aproximadamente, el 20% del volumen total del aire.

Por otro lado, con anterioridad se ha mostrado que a medida que se asciende en la atmósfera, la cantidad de aire disminuye. Esto tiene como consecuencia que, al respirar, a diferentes alturas, el volumen de aire que penetra a los pulmones también se reduce. Por lo tanto, para reducir la cantidad de aire que se respira, también disminuye la cantidad de oxígeno. Esta baja en la cantidad de oxígeno es la causa primaria de los trastornos fisiológicos que experimenta el cuerpo humano a grandes alturas. Un estudio de laboratorio en animales de talado de la fisiología de la respiración humana, sería sumamente amplio. Sin embargo, para nuestros propósitos son unos pocos los elementos que se necesitan.

ACTIVIDAD II-2-R-1

**EXAMEN DIAGNOSTICO SOBRE
LA RESPIRACION HUMANA**

La respiración humana es un proceso biológico que, a diferentes niveles, se aborda tanto en la educación primaria como en la secundaria. Por tal razón, es conveniente tener cierta idea acerca de la información que sobre algunos aspectos de este proceso poseen los estudiantes antes de iniciar unas pocas actividades dirigidas a recordar contenidos específicos en relación al tema. En consecuencia, en esta actividad, se aplica a los alumnos un examen formado por un número reducido de preguntas referentes a la respiración humana.

El contenido del cuestionario que se aplica, se muestra en la página siguiente.

EXAMEN DIAGNOSTICO

RESPIRACION HUMANA

Lee con atención las siguientes preguntas y contesta en el espacio indicado.

1. ¿Qué es la respiración humana?

RESPUESTA

2. ¿Cuál es el órgano principal de la respiración humana?

RESPUESTA

3. ¿Cuál es el resultado final de la respiración humana?

RESPUESTA

4. ¿Qué gas es indispensable para la respiración humana?

RESPUESTA

5. ¿Qué gas se desprende durante la respiración humana?

RESPUESTA

6. ¿En qué parte del órgano principal de la respiración humana tiene lugar el intercambio de gases que se presentan en ella?

RESPUESTA

Este examen se revisa en forma parecida a como se han revisado, con anterioridad, los exámenes diagnósticos correspondientes a la atmósfera terrestre y a la presión atmosférica.

ACTIVIDAD 11-2-R-3

LECTURA REFERENTE A LA RESPIRACION HUMANA

La respiración humana, como muchos otros procesos biológicos, es difícil de mostrar a los estudiantes utilizando actividades relativamente simples. Por tal razón, los únicos recursos didácticos que se pueden utilizar para su presentación, a este nivel, son la lectura de textos y la exhibición de material gráfico. En tal sentido, en esta actividad los alumnos, de manera individual, y siguiendo las normas establecidas en la ACTIVIDAD 11-2-G-8, leen el material que a continuación se reproduce.

LECTURA 11-2-6

"Principios de Anatomía y Fisiología".

Tortora, G. J. y
 Amissakos, N. P.
 Edit. Harla.
 México, 1987.

Respiración

La función principal de la respiración es la de aportar oxígeno a las células del cuerpo y extraer el bióxido de carbono producido por las actividades celulares, fenómeno que conlleva tres procesos básicos. El primero de ellos es la *ventilación*, es decir, el movimiento de aire entre la atmósfera y los pulmones, mientras que el segundo y el tercer proceso consisten en el intercambio de gases en el interior del organismo. La *respiración externa* (hematosis) es el intercambio de gases entre los pulmones y la sangre, y la *respiración interna*, el que se lleva a cabo entre la sangre y las células del cuerpo.

VENTILACIÓN

La ventilación es el proceso por el cual los gases atmosféricos penetran en los pulmones y los gases de desecho que han llegado a los pulmones provenientes del resto del cuerpo se dirigen hacia las vías respiratorias. El aire fluye entre la atmósfera y los pulmones en virtud de la misma causa que origina la circulación de la sangre por el organismo: la existencia de un gradiente de presión. Inhalamos cuando la presión existente en los pulmones es menor que la de la atmósfera, y espiramos cuando la presión pulmonar es superior a la atmósfera.

Inspiración

La inspiración es el acto de la respiración mediante el cual entra el aire a los pulmones. La presión en los pulmones justo antes de cada inspiración es igual a la atmosférica, que en condiciones estándar es de 760 mm Hg. La presión pulmonar debe ser menor de la atmosférica para que el aire penetre en los pulmones, lo cual se logra al incrementar el volumen de estos últimos. Quizá usted haya observado, inadvertidamente, que la presión de los gases contenidos por un recipiente cerrado es inversamente proporcional al volumen de este último; si se incrementa dicho volumen, disminuirá la presión del gas existente en el recipiente, misma que se incrementará en caso contrario.

El primer paso para aumentar el volumen pulmonar consiste en la contracción de los músculos respiratorios: el diafragma y los músculos intercostales externos (Fig. 23-7). El diafragma es la hoja del músculo esquelético que forma el piso de la cavidad torácica. Su contracción va acompañada de movimiento descendente, con lo cual se incrementa el tamaño de dicha cavidad. Al mismo tiempo, también se contraen los músculos intercostales externos, que desplazan a las costillas en sentido ascendente y las "invierten", un poco, de modo que el ester-

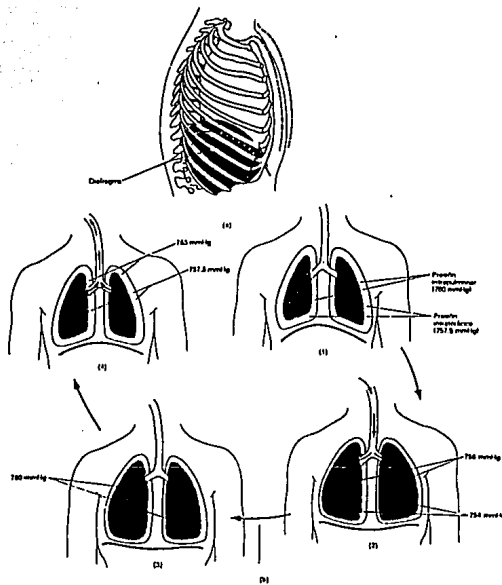


FIGURA 23-7 Respiración. a) Cambios en el tamaño de la caja torácica; la línea negra indica el relajamiento de la misma, y las de color el tamaño de la caja durante la respiración. b) Cambios en la presión: 1) Los pulmones y la cavidad pleural justo antes de la inspiración. 2) Tórax expandido y presión intratorácica disminuida; los pulmones se dilatan y desce la presión intrapulmonar. 3) El aire penetra en los pulmones hasta que se igualan las presiones intrapulmonar y atmosférica. 4) El tórax se relaja, aumenta la presión intratorácica y se contraen los pulmones. La presión intrapulmonar aumenta y forza la salida del aire hasta que se iguala con la presión atmosférica (1).

nón se dirige hacia adelante; con ello aumenta la circunferencia de la cavidad torácica.

El incremento global en el tamaño de la cavidad torácica hace que la presión de esta última, llamada presión intratorácica, sea inferior a la del aire presente en los pulmones. En consecuencia, el vacío parcial que se forma hace que las paredes pulmonares se desplacen hacia afuera. Las membranas pleurales facilitan la expansión de los pulmones; la pleura parietal, que recubre a la cavidad torácica, tiende a adherirse a la pleura visceral, que rodea a los pulmones, y tira de ésta hacia sí.

El incremento de volumen de los pulmones hace que la presión de estos últimos, la presión intrapulmonar, disminuya de 760 a 758 mm Hg. En tal forma, se establece un gradiente de presión entre la atmósfera y los alveolos, se desplaza el aire atmosférico hacia los pulmones y tiene lugar la inspiración. Es frecuente que se considere a la inspiración un proceso activo, ya que se origina en virtud de contracción muscular.

Espiración

La espiración o exhalación es también resultado de un gradiente de presión. Sin embargo, en esta fase de la respiración el gradiente es inverso, es decir, la presión pulmonar es mayor que la atmosférica. La espiración se inicia con el relajamiento de los músculos respiratorios y la disminución de la circunferencia y la profundidad (dimensión vertical) de la cavidad torácica. La presión intratorácica regresa al nivel que tenía antes de la inspiración, con lo cual cesa la expansión de las paredes pulmonares. Las membranas basales elásticas de los alveolos y las fibras elásticas de bronquiolos y conductos alveolares recuperan su tamaño relajado, y disminuye el volumen pulmonar. Por otra parte, se incrementa la presión intrapulmonar y el aire se desplaza del área de mayor presión (los alveolos) a la de presión menor (la atmósfera). En el estado de reposo, la espiración es, en esencia, un proceso pasivo, ya que no se requiere contracción muscular alguna. Sin embargo, los músculos intercos-

tales internos si participan en la respiración, especialmente durante la actividad física.

La Figura 23-7b muestra que la presión intratorácica siempre es ligeramente inferior a la pulmonar o atmosférica. Las cavidades pleurales no comunican con el tórax externo, por lo que no pueden igualar su presión con la atmosférica. De igual manera, el diafragma y la caja torácica no se pueden desplazar hacia adentro en grado suficiente para equiparar la presión intratorácica con la atmosférica. En realidad, la conservación de la presión intratorácica en un nivel bajo es vital para el funcionamiento de los pulmones; los alveolos son muy elásticos, y al término de la espiración tenderían a relajarse al grado de sufrir colapso semejante al de las paredes de una pelota desinflada. Dicho colapso, al que se denomina *atelectasis* obstruiría el movimiento del aire, y no surge en virtud de que la presión ligeramente más baja de las cavidades pleurales, conserva un poco dilatados los alveolos.

Otro factor que impide el colapso de los alveolos es la presencia del fosfolípido denominado agente surfactante, que produce en las células alveolares. Esta sustancia origina la disminución de la tensión superficial en los pulmones, es decir, forma un recubrimiento delgado sobre los alveolos que impide que se adhieran unos a otros después de la espiración. De tal manera, conforme disminuye el tamaño de los alveolos (p. ej., después de la espiración), su tendencia al colapso se mantiene en el nivel mínimo porque no se incrementa la tensión superficial.

VOLUMENES DE GASES INTERCAMBIADOS

El término *respiración* significa, en la práctica clínica, la suma de una inspiración más una espiración. El adulto sano promedio tiene unas entorse a dieciocho respiraciones por minuto en estado de reposo. En cada respiración los pulmones intercambian vo-

lúmenes dados de gases con la atmósfera; el intercambio de un volumen inferior al normal suele ser signo de trastornos pulmonares. Por otra parte, el aparato que se usa comúnmente para medir el volumen de gases intercambiados durante la respiración recibe el nombre de neumatómetro o espirometro (Fig. 23-8).

El espirometro consiste en un tambor calibrado y colocado en forma invertida en una cámara de agua. El tambor por lo general contiene oxígeno o aire, y un tubo lo conecta con la boca del sujeto. Durante la inspiración, el individuo extrae aire del tambor que se sumerge, y el estilete registra una deflexión en el quimógrafo (cilindro rotatorio). Durante la espiración el aire regresa al tambor, que se desplaza en sentido ascendente, y se registra otra deflexión; al registro se lo denomina *espirograma* (Fig. 23-9). Los estudios espirométricos miden la capacidad pulmonar así como la profundidad y rapidez de los movimientos respiratorios, con fines diagnósticos. La espirometría suele estar indicada en individuos que muestran trastornos de la respiración, y también se utiliza en el diagnóstico de alteraciones respiratorias como el enfisema y el asma bronquial.

Durante el proceso de respiración normal en reposo, entran en las vías respiratorias con cada inspiración unos 500 ml de aire, cantidad que sale con cada espiración; se lo denomina volumen de ventilación pulmonar (Fig. 23-9). En realidad sólo unos 350 ml del volumen de ventilación pulmonar llega a los alveolos, y los 150 ml restantes permanecen en los espacios muertos de nariz, faringe, laringe, tráquea y bronquios, por lo que se lo conoce como *aire muerto* o *espacio muerto*.

Al inspirar profundamente, penetra en las vías respiratorias un volumen de aire muy superior a los 500 ml ya mencionados. A esta cantidad extra de aire se la denomina *volumen de reserva inspiratoria*, y puede ser

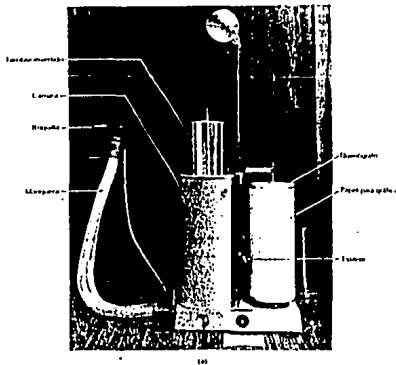


FIGURA 23-8 Neumómetro, el espirometro de Collins. Este tipo de instrumento es el que se usa comúnmente en los laboratorios de las escuelas universitarias de Brooklyn de los Estados Unidos. Por cortesía de Charles I. Foster, vicepresidente de Walter E. Collins, Inc., Barre, Massachusetts.)

hasta de unos 3 100 ml, más que el volumen de ventilación; en otras palabras, podemos inspirar hasta 3 600 ml de aire. Si una inspiración normal va seguida de espiración forzada, expulsamos unos 1 200 ml de aire además de los 500 ml del volumen de ventilación, cantidad a la que se denomina *volumen de reserva espiratorio*. Incluso después de expeler este último, permanecerá en los pulmones una cantidad apreciable de aire, ya que la presión intratorácica (inferior a la atmosférica) mantiene un tanto dilatados los alveolos, y también permanece un poco de aire en las vías respiratorias no susceptibles de colapso; a este volumen remanente se lo denomina *volumen residual*, y equivale a unos 1 200 ml. La apertura de la cavidad torácica permite la igualación de las presiones atmosféricas e intratorácica, ya que va acompañada de la salida de una parte del volumen residual; el aire remanente recibe el nombre de *volumen mínimo*.

El volumen mínimo constituye un índice medicolegal para determinar si un recién nacido muerto o moribundo después del parto. La demostración de la presencia del volumen mínimo consiste en la colocación de un pedazo de pulmón en agua, ya que en caso afirmativo flotará. Los pulmones fetales no contienen aire, por lo que el pulmón de un mortinato no flota.

Es posible calcular la capacidad pulmonar si se combinan los diversos volúmenes. La *capacidad inspiratoria*, es decir, la capacidad total de los pulmones, es la suma del volu-

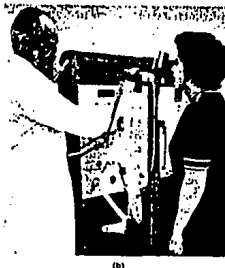


FIGURA 23-8 (continuación) Respirometros: el respirometro Ohio 842 es un instrumento muy sofisticado que incluye el uso de un mecanismo computarizado para registrar los resultados (por cortesía de Lonny Patis).

men de ventilación pulmonar y el volumen de reserva respiratoria (3 600 ml). La *capacidad residual funcional* resulta de agregar el volumen residual y el de reserva espiratoria (2 400 ml). La *capacidad vital* resulta de la adición de los volúmenes de reserva inspiratoria, de ventilación pulmonar y de reserva espiratoria (4 800 ml), y la *capacidad pulmonar total* es la suma de todos los volúmenes (6 000 ml).

ACTIVIDAD 11-2-R-4

REVISIÓN DE LA LECTURA ACERCA DE LA RESPIRACIÓN HUMANA

Esta actividad se lleva a efecto siguiendo un método semejante al que se ha utilizado en las revisiones de lecturas que se han hecho con anterioridad.

ACTIVIDAD 11-2-R-5

ELABORACIÓN DEL RESUMEN DE LA LECTURA SOBRE RESPIRACIÓN HUMANA

La elaboración y revisión del resumen se efectúa en forma similar a como se han realizado previamente.

ACTIVIDAD 11-2-R-6

SEGUNDA APLICACION DEL EXAMEN DIAGNOSTICO
SOBRE RESPIRACION HUMANA

Con la misma finalidad que tuvo la segunda aplicación del examen diagnóstico sobre presión atmosférica, en esta ocasión se aplica, por segunda vez, el examen diagnóstico referente a la respiración humana.

ACTIVIDAD 11-2-R-7

REVISION GRUPAL DE LA SEGUNDA APLICACION
DEL EXAMEN SOBRE RESPIRACION HUMANA

Esta actividad se lleva a cabo de manera similar a como se efectuó la ACTIVIDAD 11-2-P-11.

ACTIVIDAD 11-2-R-8

CONSTRUCCION DE UN MODELO
MECANICO DE PULMON

Con el objeto de que los estudiantes comprendan los aspectos mecánicos involucrados durante la inhalación y espiración del proceso respiratorio, en esta actividad construyen un modelo mecánico de pulmón. Para tal fin, se les entrega a los alumnos el material bibliográfico que a continuación se reproduce y que contiene las explicaciones necesarias para poderlo realizar.

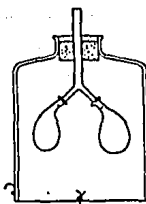
"Manual de la UNESCO para la Enseñanza de las Ciencias"

Trad. Alberto E.J. Fesquet.

B.A., Argentina.

1966.

Cómo funcionan los pulmones



Secc el fondo de un recipiente grande siguiendo las instrucciones dadas en la página 230. Ajustar al gollote un tapón atravesado por un tubo en Y. En cada brazo del tubo en Y fijar un globo de goma o una vejiga pequeña. Recemplazar el fondo por una

hoja de papel de embalar o una membrana de caucho atada alrededor del recipiente y atravesada por un cordel que se sujetará con un nudo y un poco de licre. Cuando se tira de este cordel el diafragma baja, el aire entra en el tubo en Y y dilata los globos.

Si se empuja la hoja de papel hacia arriba, se obtiene un efecto contrario.

Cabe señalar que, a fin de que los estudiantes cuenten con los recursos necesarios el día en que se realiza esta actividad, con anticipación a ella, el profesor solicita a cada equipo el siguiente material:

- Un recipiente grande de vidrio transparente sin fondo (el profesor dará las instrucciones y los materiales necesarios para quitarle el fondo a la botella).
- Un tapón de corcho del tamaño de la boca de la botella.
- Un tubo de vidrio en forma de 'Y'.
- Dos globos.
- Dos ligas.
- Un pedazo de plástico, suficiente para tapar el fondo de la botella.
- Un cordel para sostener el plástico al fondo de la botella.
- Una pequeña cantidad de lacre.

TERCER ACERCAMIENTO

INTRODUCCION

El propósito de este Tercer Acercamiento es abordar la solución al problema planteado en el Primero, utilizando la serie de conceptos y relaciones estudiadas en las múltiples actividades realizadas en el Segundo Acercamiento.

En principio, y a diferencia del Segundo Acercamiento, el Tercero es bastante limitado en cuanto al número de actividades a realizar en virtud de que, la gran mayoría de elementos indispensables al tipo de solución que se pretende dar al problema planteado, ya han sido desarrollados.

Debe recordarse que no se pretende que el estudiante encuentre la solución del problema, sino más bien que comprenda la solución que se le ha dado. El problema es complejo, y esperar que un grupo de estudiantes, en un lapso de cinco semanas, pueda rehacer su solución es algo que este trabajo no se plantea. Más bien, su propósito es doble: primero, dotar al alumno de los elementos necesarios para comprender la solución dada al problema, y que aparece en la literatura, y por otro, mediante la lectura de ella, apropiarse de conocimientos que, por su complejidad, no es fácil reconstruir.

ACTIVIDAD 11-3-1

LECTURA DEL TEXTO "FISIOLOGIA DE AVIACION,
DE GRANDES ALTURAS Y DEL ESPACIO"

La lectura seleccionada pertenece a un texto sobre fisiología médica que se utiliza en los primeros semestres en las facultades de Medicina y Ciencias; no es muy reciente, publicado originalmente en inglés y con una buena traducción al español.

Como corresponde a un libro de texto, hace una presentación formal del tema, y diferencia de la primera lectura presentada (Vole con las Aguilas) que tiene carácter de divulgación. En las siguientes dos páginas se reprodujo el texto, que es el material fundamental para este tercer acercamiento.

Por la naturaleza del problema que se aborda, cuyo tratamiento reclama la concurrencia de varias áreas del conocimiento, la lectura hace una presentación, en cierta medida integral, utilizando un lenguaje fundamentalmente técnico y concentrando, en pocas líneas, una gran variedad de ideas.

Densa como es, la lectura da mucho por sabido. En consecuencia, no prodiga explicaciones de la mayoría de ideas que maneja.

Utilizando, en parte, lenguajes simbólicos, el texto hace uso de conceptos matemáticos como el de porcentaje, relación funcional, ecuaciones de primer grado y gráficas de funciones, en contextos de la Física, Química y Biología que reclaman la presencia de magnitudes mensurables y de la expresión cuantitativa de muchos de sus conceptos.

El propósito de la lectura, aunado a las características del texto propuesto, requiere que aquella se realice de una manera especial. Una forma adecuada de realizar la lectura es que se lleve a cabo en voz alta, de manera grupal, con la participación de todos los alumnos que leerán, uno después de otro, un párrafo del texto o parte de él, según su extensión, teniendo cuidado de formular todas las aclaraciones a las dudas que surjan.

LECTURA 11-3-1

GUYTON, A. C.
 "Tratado de Fisiología Médica"
 Cuarta edición
 Edit. Interamericana
 México, 1971

44

Fisiología de aviación, de grandes alturas y del espacio

CONFORME el hombre ha ascendido a alturas cada vez mayores en aviación, alpinismo y vehículos espaciales, se ha hecho progresivamente más importante entender los efectos de la altura y de la disminución de las presiones de los gases del ambiente sobre el cuerpo humano. En los primeros días de la aviación solamente se tenían en consideración dos factores: 1) los efectos de la hipoxia sobre el organismo, y 2) los efectos de factores físicos de las grandes alturas, como temperatura y radiaciones ultravioletas. Cuando los aviones se hicieron para lograr mayores ascensos y vueltas más bruscas, a los problemas de la hipoxia se agregaron otros; pronto se vio que los aviones podían ser fabricados para alcanzar fuerzas aceleradoras mayores que las que el hombre puede resistir. Actualmente con la época espacial, se han multiplicado todos estos problemas, al grado que las condiciones físicas en las naves del espacio deben ser creadas artificialmente.

El presente capítulo tratará de estos problemas: primero, hipoxia de grandes alturas; segundo, otros factores físicos que afectan al organismo en las grandes alturas; tercero, las tremendas fuerzas aceleradoras que se producen tanto en la fisiología de la aviación como en la del espacio.

EFFECTOS DE LA BAJA PRESION DE OXIGENO SOBRE EL ORGANISMO

Presiones barométricas a diferentes alturas. Como prólogo a la exposición de los efectos de las

bajas presiones de oxígeno sobre el cuerpo, debemos recalcar que la presión total de los gases del aire, la *presión barométrica*, disminuye conforme aumenta progresivamente la altura. El cuadro 44-1 muestra las presiones a diferentes alturas, indicando que a nivel del mar la presión es de 760 mm Hg, mientras a 3 000 metros de altura es de solamente 523 mm Hg, y a 15 000 metros es de 87 mm Hg. Esta disminución de la presión barométrica es la causa básica de todos los problemas de hipoxia en la fisiología de las grandes alturas, pues cada vez que disminuye la presión barométrica lo hace proporcionalmente la presión de oxígeno, permaneciendo ésta en todas las ocasiones ligeramente menor del 21 por 100 de la presión barométrica total.

Contenido de oxígeno del aire a diferentes alturas. En el cuadro 44-2, se ve que la presión parcial de oxígeno (pO_2) en el aire seco a nivel del mar es, aproximadamente, de 159 mm de Hg, aún cuando puede disminuir hasta en 10 mm Hg cuando hay mucho vapor de agua en el aire. La presión parcial de oxígeno a 3 000 metros es de aproximadamente 110 mm Hg; a 6 000 metros, 73 mm Hg, y a 15 000 metros, 18 mm Hg.

PRESIONES DE OXIGENO ALVEOLAR A DIFERENTES ALTURAS

Cuando la pO_2 en la atmósfera disminuye con la altura, debe esperarse una disminución del oxígeno alveolar. En alturas bajas la presión parcial de oxígeno

Cuadro 44-1. RELACIONES ENTRE PRESIÓN BAROMÉTRICA Y ALTURA

Altura m	Presión mm Hg	Altura m	Presión mm Hg	Altura m	Presión mm Hg
0	760	6 600	321	13 200	116
600	707	7 200	294	13 800	106
1 200	656	7 800	270	14 400	96
1 800	609	8 400	247	15 000	87
2 400	564	9 000	226	15 600	79
3 000	523	9 600	206	16 200	72
3 600	483	10 200	187	16 800	66
4 200	446	10 800	170	17 400	60
4 800	412	11 400	155	18 000	54
5 400	379	12 000	141	18 600	49
6 000	349	12 600	128	19 200	45

Cuadro 44-2. EFECTOS DE PRESIONES ATMOSFÉRICAS BAJAS SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE GASES ALVEOLARES Y SOBRE LA SATURACIÓN DEL OXÍGENO ARTERIAL.

Altura (m)	Presión barométrica (mm Hg)	Respirando aire				Respirando oxígeno puro			
		pO ₂ en el aire (mm Hg)	pCO ₂ alveolar (mm Hg)	pO ₂ alveolar (mm Hg)	Saturación de oxígeno arterial por 100	pCO ₂ alveolar (mm Hg)	pO ₂ alveolar (mm Hg)	Saturación de oxígeno arterial por 100	
0	760	159	40	104	97	40	673	100	
3 000	523	110	36	67	90	40	436	100	
6 000	349	73	24	40	70	40	262	100	
9 000	226	47	24	21	20	40	139	99	
12 000	141	29	24	8	5	36	58	87	
15 000	87	18	24	1	1	24	16	15	

no alveolar no disminuye tanto como la presión de oxígeno en la atmósfera, porque el aumento de la ventilación pulmonar ayuda a compensar la disminución de oxígeno atmosférico. Pero a grandes alturas la pO₂ alveolar disminuye más todavía que la pO₂ atmosférica por razones peculiares que vamos a considerar.

Efecto del bióxido de carbono y del vapor de agua sobre el oxígeno alveolar. Aun a gran altura, la sangre pulmonar sigue excretando continuamente bióxido de carbono a los alveolos. Asimismo, se evapora agua hacia el espacio alveolar, desde las superficies respiratorias. Por lo tanto, estos dos gases diluyen el oxígeno y el nitrógeno que se encuentran en los alveolos, disminuyendo el espacio disponible para el oxígeno.

La presencia de bióxido de carbono y vapor de agua en los alveolos cobra gran importancia en los lugares elevados, porque la presión barométrica total disminuye considerablemente, en tanto que las presiones del bióxido de carbono y vapor de agua casi no cambian. Por ejemplo, la presión del vapor de agua sigue siendo de 47 mm de Hg mientras la temperatura corporal sea normal, cualquiera que sea la altura; y la presión de bióxido de carbono sólo disminuye de 40 mm de Hg a nivel del mar a unos 4 mm de Hg a alturas muy altas, y ello sólo porque aumenta la ventilación.

Veamos ahora de qué manera las presiones de los dos gases modifican el espacio disponible para el oxígeno. Supongamos que la presión barométrica total disminuye hasta 100 mm de Hg; de este total, 47 mm deben corresponder a vapor de agua, lo que deja solamente 53 mm de Hg para todos los demás gases. En condiciones de exposición aguda a una gran altura, 24 de los 53 mm de Hg deben ser bióxido de carbono, lo que deja disponibles 29 mm de Hg solamente. Si el organismo no consumiera oxígeno, una quinta parte de estos 29 mm de Hg serían oxígeno y cuatro quintos serían nitrógeno; o sea, la pO₂ alveolar sería de 6 mm de Hg. Pero como en este momento los tejidos del sujeto estarían prácticamente en anoxia total, con lo cual aun esta pequeña cantidad de oxígeno pasaría a la sangre,

no quedaría más de 1 mm de Hg en los alveolos. Por lo tanto, a una presión atmosférica de 100 mm de Hg, es imposible que el sujeto sobreviva. Las condiciones cambian ligeramente si el sujeto respira oxígeno puro, como veremos después.

Podemos emplear una sencilla fórmula para calcular la pO₂ alveolar.

$$pO_2 \text{ alveolar} = \frac{P_a - pCO_2 - 47}{5} - pO_2 \text{ ABS}$$

En esta fórmula, P_a representa la presión atmosférica, la cifra de 47 corresponde al valor de vapor de agua, y pO₂ ABS significa la disminución de presión de oxígeno que corresponde a la absorción de este gas por la sangre.

pO₂ alveolar a distintas alturas. El cuadro 44-2 muestra la pO₂ alveolar a distintas alturas, cuando el sujeto respira aire y cuando respira oxígeno puro. Cuando respira aire, la pO₂ alveolar es de 104 mm de Hg a nivel del mar; baja hasta unos 67 mm de Hg a 3 000 metros, y a 1 mm de Hg tan sólo a 15 000 metros.

La figura 44-1 muestra las presiones parciales y las concentraciones de los distintos gases alveolares a nivel del mar y a 9 000 metros. Estas cifras se calcularon en la forma que acabamos de explicar.

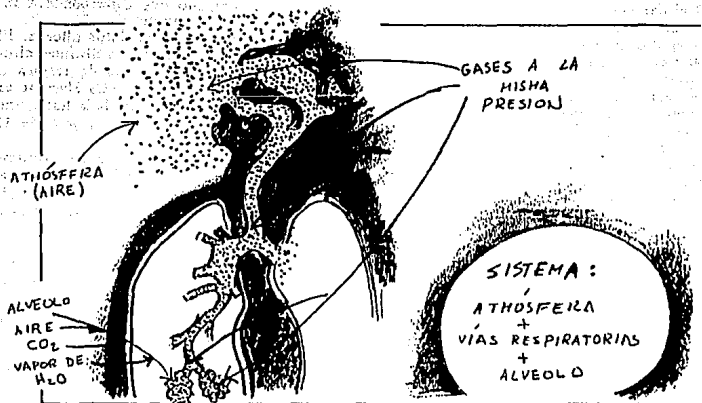
SATURACION DE LA HEMOGLOBINA CON OXIGENO A DISTINTAS ALTURAS

La figura 44-2 muestra la saturación arterial de oxígeno a distintas alturas, cuando el sujeto respira aire y cuando respira oxígeno, y en el cuadro 44-2 aparecen las saturaciones por 100 verdaderas. Hasta un nivel de aproximadamente 3 000 metros, aun respirando aire, la saturación arterial de oxígeno sigue siendo de 90 por 100 cuando menos. Pero por encima de 3 000 metros, esta cifra disminuye progresivamente, como se muestra en la parte izquierda de la figura, hasta ser de 70 por 100 tan sólo a 6 000 metros y todavía menor a alturas mayores.

Por otro lado, al momento de ir realizando la lectura -que entre paréntesis, contará con todo el tiempo que se estime necesario-, los alumnos identificarán y subrayarán con colores diferentes, los distintos conceptos, definiciones, relaciones causales y cuantitativas, leyes, principios, algoritmos y unidades de medida. Sirviéndose de lo anterior, se clasifican y escriben, en forma de listas, los distintos conceptos, definiciones, relaciones causales y cuantitativas, leyes, principios, algoritmos y unidades de medida, de acuerdo a si pertenecen a las Matemáticas, Física, Química y Biología.

En el transcurso de la lectura del texto y, en el momento que el profesor considere conveniente, hará énfasis en los aspectos que a continuación se enuncian.

A. SISTEMA ATMOSFERA-ALVEOLO. En el proceso respiratorio que se efectúa en cualquier individuo, es importante tener claro de que la atmósfera, torrostre, de alguna manera, por intermedio de las fosas nasales, se continúa por las vías respiratorias hasta terminar en los alveolos, que es el sitio en donde tiene lugar la transferencia de oxígeno atmosférico hacia la sangre, y de bióxido de carbono hacia la atmósfera. Por este motivo, es importante que los estudiantes visualicen como un sistema a la atmósfera terrestre y a las vías respiratorias. Esta anotación del profesor será acompañada con la exhibición de un esquema, como el que se reproduce a continuación, que ilustre este sistema.



B. CUANTIFICACION DE LA PRESION DE OXIGENO ALVEOLAR. Este aspecto es, tal vez, el más importante en relación a los objetivos que se ha planteado este trabajo. Al encontrar la ecuación

$$p_{O_2 \text{ alv}} = \frac{p_a - p_{CO_2} - p_{H_2O \text{ vap}}}{5} = p_{O_2 \text{ abs}}$$

se enunciarán explícitamente los siguientes conocimientos que hacen factible su deducción:

i. si el sistema atmósfera terrestre-alveolo está en equilibrio, la presión en el interior del alveolo es igual a la presión de la atmósfera terrestre;

ii. en el alveolo pulmonar existe una mezcla de gases formada por CO_2 , aire y vapor de agua;

iii. la ley de las presiones parciales;

iv. la composición de la atmósfera terrestre;

v. la proporción o porcentaje en que el O_2 se encuentra en la atmósfera terrestre;

vi. en la respiración humana, la sangre absorbe O_2 y desprende CO_2 ;

vii. del oxígeno atmosférico que penetra al alveolo una parte permanece en él y otra es absorbida por la sangre;

viii. el concepto de presión atmosférica;

ix. escribir un porcentaje en forma fraccional;

x. elementos del lenguaje algebraico.

Lo anterior servirá para que el profesor ponga de manifiesto lo imprescindible que fueron los conocimientos físicos, químicos, biológicos y matemáticos en el establecimiento de la fórmula anterior y que, en tal sentido, se la puede considerar como integrado ra de una serie de conocimientos que provienen de diferentes áreas.

El maestro remarcará las simplificaciones que, de manera implícita, se han aceptado al derivar la fórmula anterior, y que, siempre se hacen al momento de pasar de una situación real a una

construcción conceptual de ella. Como un ejemplo de simplificación, se puede mencionar aquella que da origen al denominador que aparece en la ecuación: se supone que el oxígeno es el 20% del total del aire y no el 21% que en realidad es. Se hará notar, por otro lado, que el resultado de tales simplificaciones tienen como finalidad, "hacer más tratable" el problema, y que, su aceptación, se reflejará en el hecho de que los resultados que se obtengan sólo serán aproximados.

C. **DISMINUCION DE LA PRESION ATMOSFERICA CON LA ALTURA.** Este es un aspecto que se vio con detalle en el Segundo Acercamiento y que por el momento bastará puntualizarlo en relación con la tabla que aparece en el texto que se está considerando, y que corresponde a valores reales de la presión atmosférica. Es útil que en este momento los estudiantes hagan la gráfica correspondiente a esta tabla.

D. **DISMINUCION DE LA PRESION DEL OXIGENO ALVEOLAR COMO CONSECUENCIA DE LA DISMINUCION DE LA PRESION ATMOSFERICA.** Para esto se retoma la ecuación anterior y, en primer lugar, se justifica el hecho de que, en ciertas condiciones, las presiones del bióxido de carbono y del vapor de agua en el alveolo son constantes. A continuación, se muestra que la disminución de la presión de oxígeno alveolar es una consecuencia que se deriva de la fórmula anterior, cuando en ella se supone que la presión atmosférica disminuye.

E. **PRESION DE OXIGENO ALVEOLAR A DIFERENTES ALTURAS.** Habiendo derivado la fórmula

$$p_{O_2}^{alv} = \frac{p_a - p_{H_2O} - p_{CO_2}}{0.21} - p_{O_2}^{abs}$$

el profesor enfatiza sobre el hecho de que, para poderla utilizar, en el cálculo de la presión del oxígeno alveolar, hay necesidad de conocer previamente el valor de:

- i. la presión atmosférica;
- ii. la presión del bióxido de carbono alveolar;
- iii. la presión del vapor de agua en el alveolo y
- iv. la presión del oxígeno absorbido.

El valor de la presión atmosférica, a diferentes alturas, se encuentra registrado en tablas y los que corresponden a las presiones alveolares del bióxido de carbono y vapor de agua, se han obtenido por mediciones directas y se encuentran registradas en el texto. Cabe aclarar que para el caso de presión de oxígeno absorbido por la sangre, que también es objeto de medición directa, el texto no proporciona su valor.

El detalle importante en este punto es que, el estudiante sea capaz de comprender como es que a partir de la fórmula anterior es de esperarse una disminución en la presión de oxígeno alveolar a medida que se asciende. En esencia, de lo que se trata es que el alumno comprenda el hecho de que, si en la fórmula

$$pO_2 \text{ alv} = \frac{P_{\text{abs}} - pCO_2 - p_{H_2O} \text{ vap}}{5} - pO_2 \text{ abs}$$

el valor de la presión atmosférica (P_a) disminuye, el valor del oxígeno alveolar también disminuye en virtud de que el valor de la presión del vapor de agua es constante (47 mm Hg), la presión de oxígeno absorbido es aproximadamente el 4% de la presión atmosférica y el valor de la presión del bióxido de carbono sólo admite, en general, tres valores (40, 36 y 24 mm Hg).

F. PRESIÓN DE OXÍGENO ALVEOLAR NECESARIA PARA LA VIDA. La cantidad de oxígeno alveolar es un elemento fundamental para la existencia de la vida humana. Por tal razón, debe haber claridad en la cantidad mínima que se necesita, para no ponerla en riesgo.

G. DIFERENCIA ENTRE RESPIRAR AIRE Y RESPIRAR OXÍGENO PURO. La cantidad de oxígeno alveolar se modifica radicalmente cuando, a diferentes alturas, en lugar de respirar aire, se respira oxígeno puro a una presión igual a la atmosférica. En este caso, para calcular la presión del oxígeno en el alveolo, se hace la consideración de que, en tales condiciones, es solamente oxígeno lo que llega a los alveolos, y por lo tanto, la ecuación anterior se modifica, desapareciendo el denominador para dar cuenta del hecho anterior.

H. MOLESTIAS DEBIDAS A LA DISMINUCION DE OXIGENO EN LOS ALVEOLOS. Al disminuir el oxígeno alveolar, el organismo dispone de una menor cantidad de este vital elemento. En tales circunstancias,

en la célula se originan una serie de transformaciones bioquímicas, no totalmente conocidas, y que se manifiestan en molestias que pueden ir, desde un ligero dolor de cabeza hasta la muerte del individuo.

Al alumno se le aclara que la causa primaria de las molestias reside en la disminución de oxígeno, pero que por sí sólo, este hecho no da razón de la molestia experimentada: ésta se halla en las reacciones que se originan en la célula y que sin embargo, por su complejidad, no se aborda, sino en términos muy generales, en este trabajo.

I. MOLESTIAS DEBIDAS A LA DIFERENCIA DE PRESIONES ENTRE LA QUE HAY EN EL INTERIOR DEL CUERPO HUMANO CON LA QUE EXISTE EN LA ATMÓSFERA QUE LO RODEA. Al estudiante le debe quedar claro que al deducir la fórmula

$$p_{O_2\text{alv}} = \frac{p_a - p_{CO_2} - p_{H_2O\text{vap}}}{5} - p_{O_2\text{abs}}$$

hemos supuesto una igualdad de presiones entre la atmósfera y las vías respiratorias que terminan en los alveolos pulmonares. Pero, que sin embargo, no se dijo nada en cuanto a la presión que priva en todo aquello que forma parte del organismo humano y que no está comprendido en las vías respiratorias y alveolos pulmonares. Es fundamentalmente importante el darse cuenta de que las presiones que existen entre vías respiratorias-alveolo y el resto del cuerpo humano, son distintas. Solamente así podrán entenderse las molestias causadas por la diferencia de presiones arriba anotadas. Por ejemplo, si una persona que estando a 2000 metros sobre el nivel del mar asciende de manera súbita a 8000 metros sobre el nivel del mar, cuando alcance esta altura, podemos decir que sus gases intestinales se encuentran aproximadamente a una presión de 590 mm Hg y que la presión de la atmósfera que lo rodea es de 260 mm Hg. Es precisamente, esta diferencia de presiones la causa de otras molestias que se experimentan.

J. INTERPRETACIÓN DE TABLAS Y GRÁFICAS INCLUIDAS EN EL TEXTO.

El maestro recordará que las tablas y gráficas incluidas en un texto son importantes, en virtud de que en ellas se encuentra concentrada mucha de la información que en él se maneja y que hay necesidad de comprenderla, en detalle, para facilitar su uso. Para

el caso de las tablas se requiere entender cada una de sus columnas o hileras, así como ser capaz de reconocer el origen de cada una de las entradas que la constituyen. La situación que se presenta con las gráficas es algo parecido a lo anterior. Hay que comprender las características particulares de la gráfica como son: lo que está representado en cada uno de los ejes, lo que se considere variable dependiente y variable independiente, las escalas que se hayan utilizado en cada eje, la posición en que se encuentre el origen de coordenadas, y en especial, reparar en el número de gráficas que estén representadas en un mismo plano cartesiano, ya que si en él aparecen más de una, lo más probable es que se estén utilizando con fines comparativos y no simplemente para representar la variación de una magnitud con respecto a otra.

ACTIVIDAD 11-3-2

RESUMEN DEL TEXTO "FISIOLOGÍA DE AVIACION, DE GRANDES ALTURAS Y DEL ESPACIO"

La elaboración y revisión del resumen se efectúa en forma similar a como se han realizado con anterioridad.

ACTIVIDAD 11-3-3

SITUACIONES REALES SEMEJANTES A LA ESTUDIADA DURANTE EL CURSO

Existen situaciones reales en donde además de la disminución de la presión atmosférica habrá que considerar otros elementos que de alguna manera influyen en el funcionamiento del organismo humano. Entre ellas se pueden señalar los vuelos que se realizan en aviones supersónicos y en naves espaciales. Por otro lado, también existen situaciones en donde el organismo humano, en vez de estar sometido a una disminución de la presión atmosférica, está sujeto a un aumento de la presión que el medio ejerce sobre su cuerpo, como es el caso del buceo y la vida en submarinos.

En esta actividad el profesor describe y explica, con brevedad, situaciones como las anteriores, que de alguna manera se pueden considerar extensiones de la desarrollada en el curso.

CONCLUSIONES

En el Prefacio a este trabajo se puntualizó en que consistiría. Ahí se dijo: este trabajo es una Propuesta Educativa que se propone enseñar, a alumnos del bachillerato, la forma en la cual se han utilizado conceptos, relaciones, métodos y algoritmos, provenientes de diferentes áreas del conocimiento, en el estudio científico de una situación concreta real, como puede ser un hecho social o un fenómeno de la naturaleza.

Después de haber desarrollado sus distintas partes, que fundamentalmente fueron dos: Marco Teórico Conceptual y diseño del Curso (Programa, actividades enseñanza-aprendizaje y materiales didácticos), es

posible formular algunas conclusiones que se derivan del desarrollo del propio trabajo.

1. Desde un principio se puso de manifiesto que tratar problemas como el acá desarrollado, en el salón de clases, entraña dificultades, algunas de las cuales se han puesto de manifiesto en el transcurso de la elaboración de este trabajo y que son las siguientes:

- i. Se necesita que el profesor recuerde sus conocimientos sobre distintas áreas del saber, al menos a nivel de secundaria y preparatoria y, posiblemente, haya necesidad de que aprenda otras.

- ii. El diseño de las actividades de enseñanza-aprendizaje requiere de materiales adecuados, los cuales no son de fácil elaboración y además precisan de una bibliografía conveniente que depende del nivel al que se aborde la situación.

2. Tratar situaciones concretas como la desarrollada en estas páginas, tiene sus riesgos y peligros. Entre éstos podemos anotar los siguientes:

- i. Puede dar lugar a la dispersión. Al ser muchos y variados los conocimientos que posiblemente sea necesario desarrollar en el segundo

acercamiento, se corre el peligro de perder la orientación del problema original.

- ii. Puesto que tradicionalmente, para un estudiante, aprender Matemáticas es aprender algoritmos, puede suceder que al estudiar situaciones concretas considere, sienta y aprecie que no está aprendiendo Matemáticas.

3. En un curso tradicional de Matemáticas donde sólo se atiende su estructura lógica, no tienen cabida contenidos de otras racionalidades y los tiempos disponibles son a lo más suficientes para desarrollar los pocos contenidos matemáticos, no es posible incluir aplicaciones de esta Ciencia en la línea de pensamiento seguida en este trabajo.

4. Cualquier situación concreta (fenómeno de la naturaleza o hecho social) es factible de abordarse para su estudio según el método expuesto en estas páginas.

5. Entre más áreas del conocimiento concurren en el estudio de la situación concreta, mayor será su potencial integrador; pero a la vez será más difícil de abordarse en el salón de clase.

6. Para ubicar situaciones concretas susceptibles de presentarse como aplicaciones de

las Matemáticas, se puede recurrir a periódicos, revistas, literatura de divulgación científica y libros dedicados a temas científicos y tecnológicos.

7. Se debe tener cuidado de que la situación seleccionada sea presentada y estudiada a nivel adecuado al grado de conocimientos de los estudiantes.

8. Para abordar el estudio de alguna situación concreta, el alumno, por un lado, recuerda lo que sabe y por otro, construye nuevos conocimientos; la proporción entre unos y otros depende del nivel escolar en que se presente la situación y es un indicador de la factibilidad de abordarse en un Curso particular de Matemáticas tomando en consideración el tiempo de que se dispone para su estudio.

9. Si partimos del supuesto de que para realizar el estudio de alguna situación concreta o se recuerda o se construye lo que se necesita, entonces cualquier situación "adecuada" para el bachillerato puede presentarse en cualquier momento de éste. En estas condiciones lo que ocurrirá es que el tiempo que se invierta en su desarrollo será directamente proporcional a lo que se tenga que construir.

10. Presentar, en un curso curricular de Matemáticas, para su estudio, situaciones

concretas como la ilustrada en este trabajo, es posible siempre y cuando, un amplio porcentaje de los contenidos necesarios ya sean del conocimiento de los alumnos.

11. Presentar situaciones concretas como la ejemplificada en este trabajo, requiere romper con la estructura tradicional del curso, reconocer la importancia que tienen áreas del conocimiento diferentes a las Matemáticas y modificar la estructura de la clase.
12. Presentar aplicaciones de las Matemáticas con el enfoque mostrado en estas páginas, reclama de un tiempo mucho mayor del utilizado cuando esto mismo se hace pero en forma descontextualizada y sin prestarles la atención necesaria a los elementos no-matemáticos que concurren en ella.
13. Si bien la propuesta didáctica (a partir de tres acercamientos) que se presenta en este trabajo, se ha hecho para un tipo particular de problema (aplicación de las Matemáticas), es posible que esta misma didáctica sea extensiva a cualquier tipo de problema que enfrente un estudiante.