

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

FACULTAD DE CIENCIAS

FISICO - MATEMATICAS



Propuesta Didáctica :

El uso de demostraciones y prácticas de Laboratorio como una estrategia a utilizar para el logro en el cambio de las preconcepciones de los alumnos que les posibilite la construcción del conocimiento en el tema de Mecánica de los Fluidos

Que para obtener el Grado de Maestría en la Enseñanza de las Ciencias con Especialidad en Física

Presenta :

GILBERTO GUAJARDO CRUZ

Cd. Universitaria San Nicolás de los Garza, N.L.

Febrero de 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS



PROPUESTA DIDÁCTICA

“El uso de demostraciones y prácticas de laboratorio como una estrategia a utilizar para el logro en el cambio de las preconcepciones de los alumnos que les posibilite la construcción del conocimiento en el tema de Mecánica de los Fluidos”.

*Que para obtener el Grado de
Maestría en la Enseñanza de las Ciencias
con Especialidad en Física*

Presenta:
GILBERTO GUAJARDO CRUZ

Ciudad Universitaria

San Nicolás de los Garza, N.L.

Febrero 1999

INDICE

INTRODUCCION

Definición del problema.....	3
Importancia.....	4
Objeto y campo de acción.....	4
Objetivos.....	5
Hipótesis.....	5
Tareas desarrolladas.....	7

CAPÍTULO I.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA

Introducción.....	9
Las preconcepciones de los estudiantes.....	10
Las características principales de las preconcepciones.....	11
Causas que originan el surgimiento de las preconcepciones.....	11
Piaget y la construcción del conocimiento.....	13
¿Porqué experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio?.....	15

CAPÍTULO II.- PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL TEMA DE FLUIDOS

Introducción.....	17
El concepto de densidad.....	17
El concepto de presión.....	19
Presión en fluidos.....	19
Presión atmosférica.....	21
Principio de Pascal.....	22
Principio de Arquímedes.....	23
Principio de Bernoulli.....	24
Teorema de Torricelli.....	25
Sugerencias didácticas para la elaboración de los experimentos demostrativos y las prácticas de laboratorio.....	26

CONCLUSIONES.....29

RECOMENDACIONES.....31

ANEXOS32

BIBLIOGRAFÍA.....39

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los maestros de Física en las escuelas preparatorias de la U.A.N.L., generalmente consideramos que nuestros estudiantes aprenden los diversos temas tratados en los cursos regulares, mediante las lecturas que les asignamos, los problemas que les resolvemos en el pizarrón, las prácticas de laboratorio realizadas, y sobre todo de las exposiciones que hace el maestro frente al grupo; pensamos que con una buena exposición de clase, los alumnos aprenderán eficazmente lo que les digamos de cualquier tema, y que ello será suficiente para que después apliquen correctamente los diversos conceptos involucrados.

Después nos damos cuenta que estamos equivocados; los errores que cometen los estudiantes en la comprensión, y sobre todo, en la aplicación de los conceptos supuestamente ya "aprendidos", se evidencian al manifestar su incapacidad de discutir, o explicar lo concerniente a dichos conceptos, sobre todo los difíciles.

Los exámenes indicativos aplicados hasta la fecha (a instancia de la Secretaría Académica de la U.A.N.L.) muestran un rendimiento bajo de los estudiantes, los resultados de dichos exámenes arrojan un aprovechamiento medio de 50% aproximadamente (según fuentes de la misma Secretaría); **cabría señalar que las preguntas o problemas que menor índice de aprovechamiento obtienen son aquellos que exigen del estudiante su razonamiento**, no su memorización: estos resultados confirman lo anteriormente comentado.

Existen suficientes elementos pues, para pensar que una gran cantidad de estudiantes de preparatoria **no comprenden cabalmente una buena cantidad de conceptos y leyes que rigen el comportamiento de la naturaleza** y que son tratados en los cursos de Física de las escuelas preparatorias, **mucho menos son capaces de poder aplicarlos en las diversas situaciones que se les presenten.**

IMPORTANCIA

El problema planteado influye enormemente en varios aspectos; entre otros el más directamente relacionado con la escuela preparatoria es el derivado del ingreso de los estudiantes preparatorianos a algunas de las escuelas facultades de la misma U.A.N.L., tales como Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la de Ciencias Físico-Matemáticas, en todas ellas, los maestros se quejan de la mala preparación de los estudiantes en Física al impartir sus cursos de materias afines a esta disciplina, generalmente culpan a los maestros de preparatoria de lo que sucede, nosotros, como maestros de preparatoria creemos que los alumnos llegan mal preparados de la escuela secundaria y así sucesivamente; parece ser lógico que, si un estudiante lleva deficiencias de su etapa de estudios anterior, el problema se agrava cada vez más dando como resultado lógico al final un profesionista mediocre.

A fin de cuentas, esto es lo que nos debería preocupar, no nada más a los maestros, sino a la sociedad en general, pues esto incide en última instancia con el grado de desarrollo de una nación, sobre todo en la época actual, en la que los avances en la ciencia y la tecnología exigen de los países el que puedan ofrecer una mejor educación a sus habitantes, que les permita, ya integrados a la producción el poder enfrentar con ingenio, creatividad y preparación, para beneficio de la sociedad en la que viven, los variados y difíciles retos que se les presentarán, los cuales serán producto de una cada vez más creciente competitividad mundial.

Alguna vez se ha comentado que la grandeza de un pueblo se mide por sus habitantes, quizá más correcto sería decir, que la grandeza de un pueblo se mide por **el grado y calidad de educación que reciben sus habitantes.**

OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

Al pretender esta propuesta dar una solución (el menos en parte) a un problema educativo, lógicamente toma como **objeto al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el nivel medio superior**, específicamente en el tema de fluidos, que se estudia en el curso de FÍSICA II (Modulo VIII).

El campo de acción en el cual se trata de incidir para el logro de los objetivos de la propuesta, es en el **uso de recursos y medios didácticos para la enseñanza**, en este caso, de los conceptos y principios básicos involucrados en la **mecánica de fluidos**, que fue tomado como ejemplo para mostrar el espíritu de la propuesta.

OBJETIVOS

Entre otros, esta propuesta didáctica tiene como objetivo fundamental el **incidir favorablemente en la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física al nivel de preparatoria**, haciendo uso de recursos y medios didácticos que **propicien y fomenten** aspectos tales como:

En cuanto al maestro:

- Una visualización diferente para la enseñanza de la Física.
- La búsqueda de recursos y medios didácticos que le auxilien en su práctica docente, tales como textos, experimentos demostrativos, prácticas de laboratorio, etc.
- La sustitución del método tradicionalista (transmisión-recepción) para la enseñanza de la Física, por un método basado en la construcción del conocimiento.

En cuanto al alumno

- El interés por los aspectos científicos, en especial los relativos a la Física.
- La creatividad e ingenio que le permita atacar con confianza y seguridad los problemas que se le presenten.
- La actividad que le haga participar con entusiasmo en el proceso educativo.

HIPÓTESIS

Es de gran complejidad el tratar de resolver un problema cuando este tiene un buen número de variables que lo conforman y que inciden o repercuten en él; el proceso de enseñanza-aprendizaje en

nuestro país es uno de éstos y en él confluyen muchos factores (sociales, económicos, políticos, etc.) que hacen muy difícil su solución, por ello los maestros, que somos solo una parte del engranaje educativo (quizá la más importante y decisiva) y que no podemos incidir en muchos de esos factores, (aunque deberíamos), debemos de intentar mejorar este proceso al menos en lo que nos concierne directamente, o sea, en la docencia.

Se comentaba en la primera sección que las evidencias muestran la incapacidad de la gran mayoría de estudiantes de preparatoria de comprender y aplicar los diferentes conceptos y leyes estudiados en los cursos de Física; uno de los factores (entre otros) de gran importancia que influye en la enseñanza de esta disciplina es el relacionado con las llamadas "concepciones alternativas" o "preconcepciones" que poseen los estudiantes sobre los objetos y sucesos naturales, y que se deben, sobre todo, como bien se sabe, a la influencia ejercida sobre la persona por las experiencias tenidas en su vida y el lenguaje usado cotidianamente; a los propios libros de texto al ignorar las preconcepciones que pudieran tener los estudiantes y no incidir sobre ellas, o incluso, generando las preconcepciones al usar y formular frases o explicaciones incorrectas; y a los mismos profesores que al ser influidos también por las diversas preconcepciones que se hallan muy difundidas en el pensar cotidiano y en muchas lecturas tales como libros de texto, revistas, periódicos, etc. las reflejamos después en nuestros razonamientos que usamos con nuestros alumnos.

Una característica que poseemos la mayoría de los maestros que impartimos Física en las preparatorias es que no tomamos en cuenta las preconcepciones de los alumnos al iniciar el curso de Física I, los introducimos directamente a los conceptos (siguiendo el formato de los libros de texto), sin referirnos a los problemas que condujeron a su construcción y sin detenernos en los conflictos de ideas que el tratamiento de esos problemas generó (ignorando que el estudiante no es una "tabla rasa"), y simplificando en extremo el cambio de ideas que la construcción de los conocimientos científicos supone. Es decir presentamos los conocimientos ya elaborados sin mostrar el proceso que llevó a su elaboración lo que impide que los alumnos se apropien de las nuevas ideas y persistan a menudo en las anteriormente formadas.

Es por lo anterior que se pretende mostrar en esta propuesta, una visualización un poco diferente de la manera a como tradicionalmente "enseñamos" la Física, tomando para ejemplificarla un tema que se estudia en el curso de Física II: **la mecánica de fluidos**. Se pretende que el estudiante se apropie del

conocimiento de una forma más efectiva y que si tiene preconcepciones erróneas las pueda cambiar conceptualmente por las verdaderas para después generalizar el conocimiento de lo aprendido en situaciones distintas a las originales; si identificamos y clarificamos lo que el alumno ya sabe, para luego desequilibrarlo (**conflicto cognitivo**) con una pregunta, o un ejemplo, o mejor aún, con una demostración (experimento demostrativo), o con una práctica de laboratorio que sirva para generar una discusión que ayude a llegar a la introducción de un nuevo concepto que el alumno utilice con más confianza, sería más útil y efectivo que si solamente le habláramos sobre el nuevo concepto; es por ello que en esta propuesta se comentan experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio que podrían ser útiles para **hacer más eficiente la enseñanza de los conceptos y principios básicos de los fluidos.**

La hipótesis pues, en pocas palabras hace referencia, a que se puede lograr una mejor comprensión y posterior generalización en los alumnos acerca de los conceptos y principios básicos de la mecánica de los fluidos, al propiciar concepciones verdaderas en ellos, si se utilizan los medios y recursos didácticos adecuados para ello.

TAREAS DESARROLLADAS

Para posibilitar la presentación de esta propuesta didáctica se desarrollaron principalmente las siguientes tareas:

- Consultas en diversas fuentes bibliográficas sobre los diferentes aspectos a considerar acerca de las concepciones alternativas y de las tendencias actuales para la enseñanza de la Física.
- Consultas a diferentes libros de texto que se ocupan de los temas propios sobre FLUIDOS, enfocados principalmente a los experimentos demostrativos y a las prácticas de laboratorio.
- Consultas en INTERNET para procurar información sobre los mismos temas.
- Traducción al español de materiales que originalmente están escritos en el idioma inglés.
- Consultas a los materiales que preparó FICER para el uso del equipo de laboratorio recientemente construido, y con el cual se pretenden desarrollar un cierto número de prácticas que responden a variados aspectos relacionados con la mecánica de los fluidos.

- Selección de aquellos materiales que de acuerdo a la hipótesis planteada en esta propuesta, parecen tener más posibilidades de inducir en los alumnos una mejor comprensión de los temas.
- Ordenación de los materiales escogidos de acuerdo a la secuencia planteada en el programa de estudios vigente.

La propuesta consta de introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y dos anexos. En el Capítulo I se expondrá la posición del autor en cuanto a las preconcepciones del estudiante y la construcción del conocimiento. En el Capítulo II se dará una posible solución al problema planteado mediante el uso de experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio que hagan posible en el estudiante la construcción del conocimiento para eficientizar la generalización del mismo, eliminando las concepciones erróneas que pudiese tener; enfocado a un **tema muestra** que es la mecánica de los fluidos.

CAPITULO I.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA

INTRODUCCIÓN

Ya se comentó lo verdaderamente difícil que es el tratar de solucionar un problema de tal envergadura como es el educativo, subrayando sobre ésto, se decía, que existe una amplia y variada gama de aspectos que influyen o repercuten en el proceso educativo de un país, existen aspectos políticos que quiérase o no inciden enormemente en él, o los sociales, que no son menos importantes, y como consecuencia lógica de los anteriores están los económicos, que a final de cuentas son los que repercuten directamente y con mayor fuerza en este proceso, ya que son los presupuestos (federales y estatales) los que sufragan los gastos educativos de las universidades públicas (claro, con dinero de los impuestos), estos presupuestos, podríamos decirlo claramente, nunca son suficientes para enfrentar con mayores posibilidades de éxito este gran problema. Sería algo verdaderamente fabuloso el poder contar con un presupuesto suficiente para que todas las escuelas preparatorias y facultades de las universidades públicas del país pudieran tener locales exclusivos para los laboratorios de las clases de ciencias, y que estos tuvieran los dispositivos y equipamiento necesario para desarrollar su tarea lo más eficientemente posible. Si a ésto le añadiéramos el que las universidades otorgaran a sus maestros las facilidades de estudiar una maestría en la enseñanza que les permita mejorar su labor docente, una buena parte del problema educativo estaría resuelto.

Nosotros los maestros, poco o nada podemos hacer para resolver los problemas comentados anteriormente (aunque quizá deberíamos "hacer la lucha" para tratar de incidir en ellos), y eso claro, daría material para la elaboración de muchas propuestas encaminadas a tratar de dar una solución, integral al problema educativo. Nos debemos de conformar pues, con tratar de influir en la parte que por naturaleza nos corresponde, o sea, la docencia.

El que buena parte de los estudiantes de preparatoria no comprendan y por lo tanto no sean capaces de aplicar después, en diversas situaciones, una buena cantidad de conceptos y principios físicos, es señal inequívoca de que el proceso de enseñanza-aprendizaje en esta disciplina, está fallando; las causas de ésto son muchas y muy variadas; esta propuesta trata de incidir favorablemente en la

solución de una de las que quizá es de las más influyentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Como se mencionaba en la hipótesis de esta propuesta, un aspecto que influye negativamente en la enseñanza de la Física a nivel medio superior, es el de las **preconcepciones o concepciones alternativas** que ya poseen los estudiantes sobre ciertos objetos y sucesos naturales; algunas de estas preconcepciones se manifiestan cuando se trata de introducir un concepto nuevo para ellos, resultando muy difícil el que cambien las preconcepciones que tienen por concepciones verdaderas, ya que aquellas las tienen muy arraigadas.

El hablarle solamente sobre el nuevo concepto no parece ser la solución, es por ello que se propone el uso de ciertos recursos y medios didácticos (sobre todo experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio) que se supone ayudarán de una mejor manera en la enseñanza de los conceptos y principios básicos de un tema que se tomó como ejemplo: la mecánica de los fluidos.

Para dar un soporte teórico-científico a la propuesta, habría que tener una mejor visión acerca de las preconcepciones (características, origen y causas) y poder así tener una más clara idea de la magnitud del problema al que tenemos que hacerle frente los maestros; después se esbozará la teoría didáctica que sustenta a las actividades propuestas que se supone podrían dar solución (al menos en parte) al problema planteado.

Cabe mencionar que una gran cantidad de investigaciones hechas en un período de más o menos 20 años, dan soporte a los diferentes aspectos que sobre las concepciones alternativas se mencionan en este trabajo.

LAS PRECONCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES

Los maestros de física en la escuela preparatoria nos damos cuenta muy frecuentemente de las respuestas imprevistas que ofrecen los alumnos sobre determinados aspectos que involucran algún concepto o principio físico; imprevistas porque a pesar de que supuestamente conocen el tema por

haberlo ya estudiado en algún curso de Física, evidencian una interpretación del concepto completamente inesperada, sobre todo si se les pide analizar situaciones ligeramente diferentes a las vistas en clase. ¿Qué provoca lo anterior?, entre otros factores, las investigaciones didácticas realizadas sobre este tipo de respuestas muestran que muchos tienen que ver las experiencias de conocimiento diferente al científico que poseen los estudiantes antes de la instrucción; a estos conocimientos, como sabemos se les ha dado en llamar **concepciones alternativas o preconcepciones**.

LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS PRECONCEPCIONES

Es importante el conocer las principales características de las concepciones alternativas que tienen los estudiantes, pues nos dan una idea (sobre todo la última de ellas) de la dificultad que presentan para la enseñanza de la Física en el nivel medio superior, estas características se presentan a continuación.

- 1.- Los estudiantes llegan a las clases de física con una gran variedad de preconcepciones sobre los objetos y sucesos naturales, muchas de ellas poseen una cierta coherencia interna y están estructuradas en esquemas alternativos.
- 2.- Muchas de las preconcepciones son comunes a estudiantes de diferentes medios, edades, géneros e incluso culturas.
- 3.- Las preconcepciones de los estudiantes presentan a menudo similitud con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento científico y filosófico.
- 4.- Las preconcepciones son persistentes y no se modifican fácilmente con estrategias de enseñanza convencionales.

CAUSAS QUE ORIGINAN EL SURGIMIENTO DE LAS PRECONCEPCIONES

El origen de las preconcepciones se puede atribuir según Vygotsky, (1966), a la historia personal anterior de la persona en un medio socio-cultural, dado, por ello las causas de estas preconcepciones son variadas; de entre ellas quizás las más importantes son:

1.- La influencia que ejerce sobre la persona las experiencias tenidas a lo largo de su vida y el lenguaje usado cotidianamente.

Desde la más temprana edad, la mayoría de las personas somos sometidos a diversas experiencias comunes al interaccionar con el medio que nos rodea, independientemente del contexto social y cultural en el que nos desarrollemos; por ejemplo, hemos observado que un cuerpo en movimiento acabará parándose, a menos que se le empuje continuamente; una piedra cae más rápido que una hoja de papel; el vapor de agua y los globos llenos de ciertos gases se elevan, etc. El carácter reiterado y directo de experiencias como éstas y la ausencia de análisis sobre ellas, conduce a que interioricemos determinadas ideas ordinarias como evidencias incuestionables, que se consolidan y hacen muy difícil que puedan apreciarse las ventajas del punto de vista científico.

Por otra parte, muchos de los nombres con que se designan los conceptos científicos provienen de términos que ya eran utilizados en el lenguaje cotidiano, antes de que fuesen construidos y definidos por la ciencia; la utilización de estos términos es menos rigurosa en la vida diaria que en la ciencia por lo que se emplean con diferentes acepciones y matices lo cual hace difícil que se reinterpreten a la luz de las concepciones científicas.

2.- Las concepciones alternativas de los estudiantes y los libros de texto.

La contribución hecha por muchos libros de texto utilizados para la enseñanza de la física para consolidar las preconcepciones, en vez de ponerlas en cuestión; ya que por una parte, muy frecuentemente ignoran las preconcepciones que puedan tener los estudiantes al tratar determinado tema, en lugar de tenerlas en cuenta para cuestionarlas y poder incidir sobre ellas y buscar corregirlas; y por otra parte, en algunos textos se formulan frases explicaciones incorrectas o poco claras, que contribuyen a reforzar o generar, ciertas concepciones alternativas en los estudiantes.

3.- El proceso de enseñanza-aprendizaje como fuente de preconcepciones.

Debido a que muchas de las preconcepciones se hallan muy difundidas al formar parte del pensar cotidiano, de las conversaciones y de muchas lecturas (libros, revistas, periódicos, etc.)

influyen entonces en las ideas de todas las personas incluidos también los maestros de Física, si a ésto añadimos que los libros de texto, (que ejercen gran influencia en los maestros) como se ha manifestado anteriormente, contribuyen también al reforzamiento o generación de preconcepciones, es comprensible entonces el que haya maestros de física que reflejen en los razonamientos que ofrecen a sus alumnos algunas de estas preconcepciones.

PIAGET Y LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO

Como se vió en secciones anteriores, las concepciones alternativas que poseen los estudiantes al ingresar a la Preparatoria representan un serio obstáculo para la enseñanza de la Física, ésto de alguna manera nos preocupa a los maestros, aunque más nos debería de preocupar el que (por comentarios de maestros de facultades, como la de Físico-Matemáticas, Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Ingeniería Civil, etc.) aún después de haber egresado de la Preparatoria, los estudiantes sigan sin poder reinterpretar esas concepciones diferentes desde el punto de vista científico y que al cursar estudios en la facultad las mantengan y las defiendan con mayor vehemencia, porque a veces están más seguros que antes de su validez, y que por lo tanto no sean capaces de generalizar con éxito los conocimientos supuestamente ya aprendidos.

El modelo de enseñanza tradicional basado principalmente en la **transmisión de conocimientos ya elaborados** y que no muestra el proceso que llevó a su construcción, **ha mostrado su incapacidad para modificar dichas concepciones al impedir a los alumnos el apropiarse de las nuevas ideas y que persistan en las que originalmente tenían, por lo que la generalización de los conceptos es prácticamente imposible.**

Es menester entonces, procurar el cambio del modelo de enseñanza tradicional de la Física por otro modelo que **privilegie la construcción del conocimiento**, y no su memorización, para ello claro, debe de estimularse **la actividad** en el alumno, puesto que sin la actividad del sujeto ningún sistema podría ser útil para enseñanza de la Física ni de ninguna otra disciplina.

Es precisamente esta actividad del sujeto la que hace descansar esta propuesta en las ideas de Piaget sobre el conocimiento; para Piaget el conocimiento es una interpretación de la realidad que el sujeto realiza interna y activamente al actuar en forma recíproca con ella; el grado de esa actividad interna varía según el tipo de conocimiento que se está adquiriendo. La transmisión verbal se limita a formas de conocimiento que no pueden ser obtenidas de otra manera (conocimiento arbitrario, social, como por ejemplo etiquetas para objetos y conceptos). La impresión sensorial externa es importante para adquirir conocimiento físico. Estas formas requieren una actividad personal ya que se interpretan dentro de las estructuras del conocimiento lógico-matemático, el cual es elaborado internamente por el sujeto; las acciones coordinadas del sujeto sobre objetos externos requieren procesos de razonamiento, entonces el sujeto construye relaciones internas entre objetos externos basándose en estas interacciones; precisamente como la **teoría de Piaget da al sujeto un papel tan activo, se le conoce como una teoría constructivista e interaccionista**; en esta teoría todo aprendizaje operatorio supone una construcción que se realiza a través de un proceso mental que finaliza con la adquisición de un conocimiento nuevo, pero en este proceso no es solo el nuevo conocimiento lo que se ha adquirido, sino, y sobre todo, la posibilidad de construirlo; el pensamiento abre nuevos caminos no recorridos hasta entonces, pero que a partir de ese momento pueden ser de nuevo transitados. Si la nueva construcción es por ejemplo una serie de razonamientos elaborados por el sujeto que posibilitan la resolución de un problema, la adquisición más importante para el individuo sería la elaboración de esta serie de razonamientos que posibilitaron la solución, más aún que la solución en sí misma, ya que ha adquirido una nueva capacidad.

Al momento de generalizar, o sea de aplicar lo ya conocido a una situación nueva, si ésta es muy parecida a la primera en que tuvo lugar el aprendizaje, el sujeto reconoce inmediatamente los datos como susceptibles de ser tratados con el procedimiento ya conocido y la generalización actúa por simple transposición del método ya conocido a los nuevos contenidos; no obstante, cuando los datos de la nueva situación o el contexto en el que ésta se presenta son sensiblemente diferentes a los de la primera, la generalización se presenta entonces como una reconstrucción del procedimiento ya utilizado la primera vez, pero ahora en un nuevo contexto. El individuo debe reproducir el mismo proceso y realizar los mismos tanteos pero ahora con mayor agilidad y rapidez que la primera vez, ahorrándose, en ocasiones, los niveles más elementales del recorrido.

Cuando los dos contextos en que tienen lugar un mismo razonamiento (el inicial y aquel al que se generaliza) son muy distantes entre sí, la generalización procede por reconstrucción metodológica y no por simple transposición. Para que se dé este tipo de generalización resulta evidente que es necesario que se haya dado la primera construcción, de lo contrario, la generalización, es decir la reconstrucción, es imposible. La generalización pues, entendida como una reconstrucción metodológica en nuevos contextos operacionales, necesita, para producirse, que el individuo haya construido por sí mismo el conocimiento, pues de no ser así no podrá reconstruirlo.

En resumidas cuentas, de acuerdo a la **Teoría Piagetiana** que da sustento a esta propuesta, debe conseguirse **la actividad** del alumno para posibilitarle la elaboración de una metodología que le auxilie en la **construcción**, por él mismo, del **conocimiento**, que le permita después **generalizarlo** (reconstruirlo) en situaciones diferentes y que le produzca el cambio de sus concepciones erróneas (si acaso las tiene) por verdaderas.

Una manera de incidir favorablemente en lo referido en el párrafo anterior es precisamente con el uso de experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio que produzcan el **conflicto cognitivo** o **desequilibrio** (ya que el aprendizaje comienza con el reconocimiento de un problema, según Piaget) que provoque la reacción del sujeto (alumno) activo, para que **opere internamente** y busque la **compensación**, es decir que tienda al equilibrio, adueñándose así del conocimiento, que al haberlo construido él mismo, será más perdurable y sobre todo le dará la posibilidad de reconstruirlo (generalizarlo) en situaciones diferentes, con más facilidad.

¿POR QUÉ EXPERIMENTOS DEMOSTRATIVOS Y PRACTICAS DE LABORATORIO?

Las razones o motivos de emplear los experimentos demostrativos y las prácticas de laboratorio en la enseñanza de este tema, (fluidos), son variadas y de gran importancia; entre otras se podrían mencionar:

- El uso de objetos reales, cuando es posible, ofrece gran objetividad a la enseñanza.

- Permiten construir el conocimiento y propician su mayor permanencia en el estudiante.
- Reafirman el conocimiento ya adquirido.
- Propician el análisis cualitativo y cuantitativo de los fenómenos físicos.
- Propician el desarrollo de modelos abstractos, (como conceptos, leyes, etc.)
- Posibilitan la elaboración de hipótesis por parte del alumno.

Ahora bien, las ventajas que de su uso se obtendrían, serían; (entre otras), las siguientes:

- Permitir el eliminar las preconcepciones que sobre los conceptos o principios posea el alumno.
- Estimular el espíritu de investigación.
- Propiciar la comunicación a través de objetos y fenómenos del mundo real.
- Permitir la integración de conceptos aparentemente aislados.

CAPÍTULO II.- PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL TEMA DE FLUIDO

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al programa de estudios vigente en las escuelas preparatorias de la U.A.N.L., la unidad temática de Fluidos es con la que se inicia el curso de Física II en el módulo VIII de 4° Semestre; la secuencia observada de los principales conceptos y principios estudiados en dicha unidad es la siguiente:

- DENSIDAD
- PRESIÓN
- PRESIÓN EN FLUIDOS
- PRESIÓN ATMOSFÉRICA
- PRINCIPIO DE PASCAL
- PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
- PRINCIPIO DE BERNOULLI
- TEOREMA DE TORRICELLI

En esta propuesta se **sugieren** las características y objetivos primordiales que deben de atender los experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio para con ello poder favorecer una posible mejor comprensión, posterior aplicación de los conceptos y principios antes citados, y la eliminación (si las hay) de las concepciones erróneas en los alumnos.

EL CONCEPTO DE DENSIDAD

Una de las preconcepciones más comunes en los alumnos al iniciar el tema de **Densidad**, es el suponer que cuerpos con iguales volúmenes poseen la misma masa aún estando hechos de diferentes

sustancias, o, en otras palabras, que poseen la misma densidad; una forma de posibilitar el éxito en el cambio de esa preconcepción es mediante un experimento demostrativo.

Si la densidad muestra a que es igual la masa de una unidad de volumen de sustancia, o sea: $\rho = m/V$ (en forma de ecuación), y que el valor numérico de esta cantidad depende de la sustancia de que se trate, es decir, que sustancias diferentes tienen valores diferentes de densidad, entonces, un experimento demostrativo con posibilidades de realizarse en el salón de clase y cuyo objetivo sería lógicamente eliminar la preconcepción para el logro de una mejor comprensión del concepto es el dirigido a mostrar que objetos con iguales volúmenes tienen masas diferentes si están hechos de sustancias diferentes, o sea, son de diferente densidad. Esto se podría lograr si se determina la masa mediante una balanza, de objetos que posean la misma forma (se recomienda cúbica), y el mismo tamaño (se sugieren de 1 cm^3 y 1 plg^3) pero hechos con diferentes sustancias (se sugiere madera, aluminio, fierro, etc.). Así se compararía la masa que tiene 1 cm^3 de madera con la que tiene 1 cm^3 de aluminio y la que tiene 1 cm^3 de fierro por ejemplo: se podría hacer lo mismo después con las pulgadas cúbicas de los diferentes materiales; en este caso el experimento demostrativo da pie al conflicto cognitivo que procura la actividad interna del estudiante, que le permitiría la comprensión del concepto.

Ahora bien, una práctica de laboratorio que serviría para reafirmar el conocimiento sobre el concepto de densidad en el alumno, sería aquélla que tuviese como primordial objetivo el que el alumno determine la densidad de diferentes sustancias (sólidas y líquidas) en el laboratorio, obligándolo para ello a realizar las mediciones de las masas y volúmenes de los diferentes sólidos (regulares e irregulares) y líquidos que se le proporcionen usando los medios de enseñanza necesarios y las técnicas adecuadas para lograrlo; por ejemplo, para los sólidos regulares e irregulares encontraría su masa directamente de la balanza; para los líquidos la encontraría por la diferencia encontrada en la masa de su recipiente conteniendo líquido con la masa del mismo recipiente, pero vacío. El volumen de los sólidos regulares lo encontraría midiendo las dimensiones de éstos y aplicando las fórmulas correspondientes para el volumen de cada uno de ellos; el volumen de los sólidos irregulares lo encontraría por el volumen desalojado por el sólido al sumergirlo en un recipiente graduado conteniendo un volumen pre-establecido de líquido (agua), y el volumen de los líquidos directamente del recipiente graduado, al estar en él.

EL CONCEPTO DE PRESIÓN

Al indagar con los alumnos sobre el significado de la palabra **Presión**, las respuestas de la mayoría coinciden en relacionarla con **fuerza**; si se les cuestiona acerca de la relación entre ellas, también la mayoría (por no decir todos) piensa que: "a mayor fuerza, mayor presión" y viceversa, "a menor fuerza, menor presión"; aquí también un experimento demostrativo tendiente a mostrar la dependencia de la presión respecto al área donde se aplica la fuerza podría ser altamente ilustrativo y darle al alumno la posibilidad de internalizar el concepto.

En el experimento podría mostrarse por ejemplo, las "huellas" dejadas sobre una superficie de arena contenida en un recipiente (caja) de madera, por un "ladrillo" colocado en diferentes posiciones ("descansando" sobre el costado con mayor área o superficie y después "descansando" en el costado de menor área); obviamente la huella más profunda se formará cuando el área de descanso de ladrillo sobre la arena sea la menor, lo que indicará que existe una mayor presión al estar el ladrillo en esa posición y que, por el contrario, la huella menos profunda indicaría una menor presión, y que se logra cuando el área de descanso es la mayor.

En resumidas cuentas este experimento mostrará claramente que la acción de una fuerza no solo depende de su magnitud, sino también de la superficie (área) sobre la que ella actúa; la relación o razón existente entre estas dos cantidades (fuerza y área) es precisamente a lo que llamamos presión; o sea $P=F/A$ (en forma de ecuación).

PRESIÓN EN FLUIDOS

Una preconcepción hasta cierto punto común en los estudiantes relacionada con los fluidos es la de que éstos **no ejercen presión en su interior**, o bien, piensan que ésta es la misma en cualquier punto del fluido o, en el mejor de los casos, que **fluidos diferentes ejercen presiones iguales** y, la más difícil de contrarrestar, **que la presión la ejerce el fluido solamente hacia abajo**. Se podrían cambiar estas preconcepciones erróneas en los estudiantes al "enfrentarlas" con el conflicto cognitivo planteado al realizar un experimento demostrativo sencillo si se utiliza la llamada **cuba hidrostática** junto

con sus aditamentos complementarios; esta cuba no es otra cosa que un recipiente hecho de acrílico transparente, su base tiene forma hexagonal y una área aproximada de 145 cm^2 , posee una altura aproximada de 70 cms y en uno de sus costados le fueron hechos 10 orificios a lo largo separados a una distancia de 6.5 cms aproximadamente uno de otro y con un diámetro aproximado de 2 mm cada uno de ellos.

Al verter dentro de esta cuba líquido suficiente, se podría introducir después dentro de él uno de los aditamentos que es complemento de este equipo, este aditamento es llamado **sonda de presión**, con la cual se registra la presión existente en cualquier punto del fluido, siendo reflejado su valor mediante la diferencia en la altura de las columnas que en un tubo en forma de "U" (graduado en centímetros) alcanza un líquido coloreado y que está conectado uno de sus extremos a la sonda y el otro está abierto a la atmósfera.

Con el simple hecho de introducir la sonda a cierta profundidad en el fluido, el alumno observará la diferencia en la altura que alcanza el líquido coloreado en las columnas del tubo en forma de "U", y que le indicará (al no ser iguales los niveles) que existe un exceso de presión que antes no existía y que es proporcionado precisamente por el líquido, ya que al retirar la sonda del fluido el nivel del líquido coloreado volverá a ser igual en ambas columnas, pues ahora la sonda está sometida (igual que el otro extremo del tubo en "U") a la misma presión, que es la atmosférica.

Si la sonda se sumerge a mayor profundidad en el fluido, se observaría que la diferencia en la altura de las columnas es mayor, y si se mueve hacia la superficie del fluido, es decir, si se le mantiene a menos profundidad que antes, entonces la diferencia en la altura de las columnas será menor; esto le indicaría claramente a los alumnos que el valor de la presión interna que posee un fluido depende de la profundidad, (o sea de "h" en forma simbólica).

Ahora bien, el extremo sumergible de la sonda por ser flexible es susceptible de poder cambiar su orientación, si la sonda se mantiene a una misma profundidad (o sea "h" es constante), y se le cambia solamente la orientación, el nivel del líquido coloreado en las columnas del tubo en forma de "U" será el mismo, lo que le indicaría al estudiante que la presión en un fluido se ejerce en todas direcciones.

Por último, si el líquido contenido en la cuba es cambiado por otro diferente, y la sonda es sumergida a las mismas profundidades que en el primero de los líquidos se hará evidente para el alumno que líquidos o fluidos diferentes producen presiones diferentes a la misma profundidad.

Todo lo anterior se podría realizar en un corto intervalo de tiempo, lo que nos da una idea de la efectividad que podrían tener los experimentos demostrativos realizados con el equipo mencionado y que harían más fácil la internalización de las ideas involucradas para hacer llegar a la conclusión al alumno de que a final de cuentas, la presión en un fluido depende solamente del tipo de fluido que se trate, o sea de su densidad (o de su peso específico), y de la profundidad; en forma de ecuación:

$$P = \gamma h \quad , \quad \text{o} \quad , \quad P = \rho g h$$

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Una preconcepción muy común en los estudiantes es la de que el aire no pesa, por consecuencia lógica no ejerce presión alguna sobre la superficie terrestre ni sobre los objetos y cuerpos que estamos dentro de esa enorme cantidad de fluido invisible que es la atmósfera.

Un experimento demostrativo que serviría para lograr el desequilibrio que motive la actividad interna (mental) de los estudiantes, pues muestra claramente que el aire si pesa, sería el de utilizar un matraz o recipiente de vidrio resistente, con tapón de hule, por el cual pasaría un tubo de goma que estaría conectado a una pequeña bomba de vacío, al extraer la bomba el aire contenido en el matraz, se presionaría inmediatamente después el tubo de goma mediante una pinza, para evitar que vuelva a entrar aire al matraz); después de haber hecho esto se equilibraría el matraz en una balanza, para por último quitar la pinza que oprime el tubo de goma y dejar entrar de nuevo aire al matraz, lo que provocaría que la balanza perdiera el equilibrio, permitiendo al estudiante comprobar que el aire si pesa.

Después de haber efectuado el experimento anterior relativo al peso del aire y para dar continuidad al tema, se podría seguir con una demostración que sea corolario de la anterior, en la cual se muestre que si el aire que está sobre la superficie terrestre pesa, entonces produce una cierta presión que nos afecta a todos los objetos que estamos dentro del "mar" de aire en el que vivimos; esta demostración

consistiría básicamente en lo siguiente: mediante una pipeta de las llamadas de doble enrase (sirve para tomar pruebas de distintos líquidos y no es otra cosa que un tubo delgado de vidrio con los extremos abiertos y un ensanchamiento en su parte media) se succionaría de un vaso con agua suficiente líquido, (la mitad de la pipeta aproximadamente), y se le taparía inmediatamente el extremo superior con un dedo; al sacar la pipeta del vaso, con el extremo superior tapado, el líquido dentro de ella, lógicamente no caerá; caerá cuando el dedo se retire del extremo tapado de la pipeta.

Esto activará las estructuras mentales del estudiante que lo llevará a buscar la **compensación** por el **desequilibrio** causado con el experimento y que lo podría llevar a comprender, que lo que hizo caer el agua de la pipeta al retirar el dedo de ella, fue precisamente la **presión** que ejerce la atmósfera debido al **peso** del aire sobre el líquido que se encuentra dentro, y que no había manera de que actuara cuando el dedo tapaba la pipeta.

PRINCIPIO DE PASCAL

Si sobre la superficie libre de un líquido contenido en un recipiente, se le aplicara una presión mediante un émbolo que ajustara perfectamente; esta presión, ¿actuará en todo el líquido, o solamente en su superficie?. La respuesta más socorrida para esta pregunta por parte de los alumnos es la de que **la presión solo actúa en la superficie del líquido.**

La forma más sencilla para tratar de alterar su pensamiento y lograr un cambio favorable para esta preconcepción, es realizar un experimento demostrativo en el que se utilice la llamada **Jeringa de Pascal**, la cual consiste básicamente en una esfera hueca que en diversos lugares de ella tiene estrechos orificios convenientemente dirigidos hacia arriba, a la esfera está unido un tubo en el que hay un émbolo; si se llena la esfera y parte del tubo con agua para después empujar el émbolo al interior del tubo, se podrá notar que el agua saldrá por todos los orificios de la esfera en forma de chorros que alcanzan la misma altura; esto puede llevar al estudiante a **pensar** que aún cuando la presión es aplicada por el émbolo sobre la superficie del agua en el tubo, **ésta se trasmite sin alteración a todos los puntos del fluido**; que es precisamente a lo que hace referencia el principio de Pascal.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Éste es sin duda, el principio sobre fluidos en reposo que manifiesta mayor complejidad para su enseñanza; al requerir de los alumnos una respuesta a la pregunta: si sumergimos en agua una piedra de regular tamaño, y la sostenemos con la mano durante algunos segundos, la fuerza aplicada por la mano verticalmente hacia arriba para sostener a la piedra dentro del agua ¿tendrá la misma magnitud que cuando sostenemos a la piedra en el aire?; o en otras palabras, ¿aplica la mano la misma fuerza para sostener a la piedra dentro del agua que para sostenerla en el aire?; la mayoría responde que **la mano ejerce la misma fuerza afuera que dentro del agua para poder sostener a la piedra**; muy pocos, sobre todo los que han tenido la experiencia de haber nadado en una alberca, o en un río, y que han sostenido objetos hasta cierto punto pesados dentro del agua, manifiestan que **sienten** que es más fácil cargarlos al estar sumergidos en el agua que cuando están afuera de ella.

Nuevamente se manifiesta la necesidad de usar una demostración que dé la oportunidad de **desequilibrar cognitivamente** al estudiante, y que le provoque una reacción tendiente a eliminar esa "molestia externa" inducida por el experimento y trate de encontrar una solución.

Una demostración sencilla que le permitiría al alumno deducir que los cuerpos al ser sumergidos en un fluido reciben por parte de éste una fuerza que los "empuja" verticalmente hacia arriba, y que debido a ella los objetos aparentan pesar menos que cuando están en el aire, sería utilizando un newtómetro para medir el peso de un objeto primero en el aire, y después al estar sumergido en el agua; los alumnos podrán observar claramente como el newtómetro registra lecturas diferentes en ambos casos, siendo la lectura menor, lógicamente, la observada cuando el objeto es pesado en el agua; este procedimiento llevará muy posiblemente a que los alumnos deduzcan que la diferencia de lecturas es precisamente la fuerza ejercida por el fluido sobre el objeto, llamada **fuerza de empuje o boyante**.

Esta demostración podría dar pie a la realización de una práctica de laboratorio en la que se perseguiría principalmente el que los alumnos encontraran la fuerza de empuje ejercida por diversos líquidos sobre diversos sólidos; lo cual sería útil para **reafirmar el conocimiento ya adquirido**; también se podría implementar una segunda parte en la misma práctica para que midieran el peso del fluido

desalojado al sumergir el sólido (de preferencia regular) y que los llevaría a la **demostración experimental del principio de Arquímedes**; el peso del fluido desalojado podría medirse pesando con el newtómetro un recipiente apropiado que contenga a una cantidad igual que la del líquido desplazado, y por la diferencia de pesos entre el recipiente con líquido y el recipiente vacío se encontraría dicho peso; el volumen del líquido desalojado (para saber qué cantidad de líquido se pondría en el recipiente) se obtendría calculando el volumen del cuerpo (regular) sumergido.

PRINCIPIO DE BERNOULLI

La preconcepción más común que tienen los alumnos con respecto a la relación existente entre la velocidad y la presión de un fluido en movimiento (generalmente agua) cuando cambian las dimensiones de donde se da el flujo, es que, **la velocidad del fluido es mayor al ser mayor la presión, y esto se da al haber una reducción en el área por donde pasa el fluido**; esta conclusión parece venir de cuando usan, o ven usar, una manguera común y corriente para regar el jardín, y a la cual al taponearle con un dedo una porción de la salida, **ven que el agua llega más lejos**, es cuando piensan que el agua sale con más velocidad, y al **sentir en su dedo una opresión**, pues están aplicando una fuerza, **piensan que la presión también crece**; todo lo contrario cuando la salida del agua está libre y ven que el agua ya no llega tan lejos, señal de que tiene menos velocidad y menos presión también, pues **no sienten nada** en su dedo.

Un experimento demostrativo utilizado en el llamado **tubo de venturi** podría dar el consabido **desequilibrio** en el alumno que sea el **pivote de su actividad mental** que le permita la construcción eficaz del conocimiento; este aparato consta básicamente de un tubo horizontal (hecho de acrílico) y que posee un cierto diámetro, pero que en su parte media el diámetro es menor; un tubo en forma de "U" que contiene agua coloreada en su interior y con una graduación en centímetros para medir la altura alcanzada por el agua en cada una de las columnas del tubo, éste se encuentra colocado de manera que una de las columnas del tubo en forma de "U" está conectada a una de las partes de mayor diámetro del tubo horizontal, y la otra columna a la parte del tubo horizontal que tiene menor diámetro. Si uno de los extremos de una manguera se conecta a la parte horizontal del tubo venturi y el otro extremo a una bomba de aire, se podría hacer pasar un flujo de aire por dicho venturi, que haría (y esto el alumno lo

observaría claramente) que el nivel del líquido en las columnas del tubo en forma de "U" fuera diferente, lo que le indicaría que **existen presiones diferentes en las dos distintas secciones del tubo horizontal**, y que de acuerdo a la **ecuación de continuidad** estudiada anteriormente, es en la **sección reducida del tubo** por donde el fluido se mueve a **mayor velocidad**, y que atendiendo al recién observado experimento, es en esta sección donde existe **la menor presión**; obviamente lo contrario sería para la sección del tubo con mayor diámetro.

TEOREMA DE TORRICELLI

La preconcepción detectada con más frecuencia en los estudiantes se manifiesta cuando mencionan que **la velocidad** con la que saldría un líquido por un orificio hecho en el costado de un recipiente que lo contenga, **será mayor cuando el orificio esté en la parte superior del recipiente**; la **cuba hidrostática** mencionada anteriormente sería un buen medio didáctico para establecer el tantas veces mencionado **conflicto cognitivo** que haga cambiar la concepción errónea por una verdadera; al llenar con agua dicha cuba, se procedería a quitarle después alguno de los "tapones" colocados en los orificios que tiene la cuba en uno de sus costados, al estar éstos a diferente profundidad (h) el agua saldría por ellos a diferente velocidad; los alumnos observarían que por el orificio destapado que se encuentre a más profundidad con respecto de la superficie del líquido contenido en la cuba, saldrá el chorro de agua que llegue más retirado, lo que evidenciaría su mayor velocidad; en otras palabras, la velocidad de salida del agua depende de la profundidad (h) a la que se encuentre el orificio.

Una práctica de laboratorio que reforzaría el conocimiento de este tema y a la vez lo de Bernoulli (pues el teorema de Torricelli es una aplicación del principio de Bernoulli) sería aquella que tuviera como primordial objetivo el demostrar que, la magnitud de la velocidad con la que el líquido sale por el orificio estaría dada por: $v = \sqrt{2gh}$, como lo explica el teorema de Torricelli.

Se podría calcular el gasto del fluido que sale por el orificio midiendo con una probeta el volumen "tirado", y cronometrando el tiempo que tardó en "tirarse" dicho volumen; ya con estos parámetros conocidos, se procedería a usar la ecuación: $G = V / t$; conociendo el gasto, se podría calcular la velocidad de salida del fluido mediante la ecuación $v = G / A$ despejada de la ecuación equivalente

para el gasto: $G = A v$. Por último, con la ecuación de Torricelli: $v = \sqrt{2 g h}$, se encontraría también la velocidad del fluido, (usando la profundidad a la que está el orificio, pues es conocida), para compararla con el valor de velocidad encontrado anteriormente.

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS DEMOSTRATIVOS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO

I.- Se ha visto como las preconcepciones que poseen los estudiantes acerca de objetos y sucesos naturales afectan negativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje; es indispensable entonces el que el **maestro conozca a ciencia cierta cuáles son específicamente las concepciones erróneas que poseen sus alumnos** en los diferentes temas tratados en el curso, para así poder enfrentarlas, erradicarlas y cambiarlas por concepciones verdaderas. Una estrategia (sugerida) que podría implementarse para lograr una aproximación conceptual exitosa se resume a continuación.

- **Reconocer** que las preconcepciones (concepciones erróneas) existen
- **Indagar** las preconcepciones que poseen los estudiantes, utilizando preguntas y demostraciones (experimentos demostrativos) para ello.
- **Solicitar** a los estudiantes clarificar sus concepciones.
- **Proporcionar** contradicciones (desequilibrio cognitivo) a las preconcepciones de los estudiantes a través de preguntas, implicaciones y experimentos demostrativos.
- **Estimular** la discusión, apremiar a los estudiantes para que apliquen conceptos físicos en sus razonamientos.
- **Fomentar** el reemplazo de la preconcepción con nuevos conceptos a través de preguntas, experimentos meditados, situaciones hipotéticas con y sin la ley física subyacente, demostraciones o experimentos diseñados para probar las hipótesis.
- **Revalorar** el entendimiento de los estudiantes aplicando preguntas conceptuales.

II.- El experimento demostrativo es parte fundamental de la propuesta, con su realización se persigue:
1) **Indagar las preconcepciones de los estudiantes** ó 2) **Establecer un conflicto cognitivo que los active en la búsqueda de una solución al problema planteado**; por lo tanto para una planeación

adecuada de un experimento demostrativo a realizar en clase se deben de tomar en cuenta varios aspectos; que la siguiente serie de preguntas puede poner de manifiesto:

- ¿Qué conceptos se desean que la demostración ilustre?
- ¿Cuál de las muchas demostraciones sobre el tema seleccionado debe generar el más amplio aprendizaje de los alumnos?
- ¿En qué momentos de la clase la demostración debe ser más efectiva?
- ¿Qué conocimientos previos deben revisarse antes de realizar la demostración ante los alumnos?
- ¿Qué diseño debe ser el más efectivo, estando dados los objetivos y los materiales?
- ¿Qué pasos en el procedimiento de la demostración pudieran no hacerse en esos momentos?
- ¿Qué preguntas serán apropiadas para motivar y dirigir la observación y el pensamiento de los alumnos?
- ¿Qué preguntas deberán plantearse a los alumnos al final, para comprobar el grado de aprendizaje logrado en ellos?

III.- Para lograr un montaje y ejecución efectiva de los experimentos, se recomienda cumplir con las siguientes reglas:

- **Autenticidad científica.** No se debe usar falsedad alguna y debe tenderse a reducir al mínimo la concurrencia de efectos colaterales que no comprendan los alumnos.
- **Accesibilidad.** Debe ser comprensible e íntimamente relacionado con el nivel de conocimientos y experiencia del alumno.
- **Evidencialidad.** Debe existir una gran claridad de manifestación del fenómeno y visibilidad de éste desde todos los lugares del auditorio.
- **Seguridad.** Deben de cumplirse todas las normas de protección e higiene escolar.
- **Selección.** Deben de escogerse los más sencillos, breves y baratos.

IV.- Se recomienda realizar una **ficha y descripción** para cada experimento demostrativo, que pueda servir de guía para el personal docente en la realización de cada demostración (sobre todo a los nuevos maestros). La ficha del experimento consta de las siguientes partes:

- Título del experimento

- Objetivo
- Tema o área de contenido de la Física donde se inserta
- Accesorios, instrumentos, equipos necesarios
- Medidas de seguridad
- Tiempo aproximado de realización

La descripción del experimento consta de lo siguiente:

- Descripción de los procedimientos y manipulaciones para ejecutar cada experimento.
- Recomendaciones metodológicas, o sea, formas de interactuar con los alumnos; preguntas efectivas para iniciar, terminar, etc.

V.- Las prácticas de laboratorio generalmente se utilizan para **afianzar o reafirmar el conocimiento** ya adquirido por los alumnos; por lo tanto se recomienda que el diseño de aquellas prácticas que sean posible de realizarse en el laboratorio contengan los siguientes apartados:

- Título de la práctica
- Objetivo
- Equipo y materiales empleados
- Sección de análisis teórico
- Diseño del experimento
- Procedimiento sugerido para su realización
- Tablas dónde registrar valores o datos que han sido medidos o calculados
- Esquemas o dibujos cuando sean necesarios para un mejor entendimiento de la realización

Discusión y conclusiones (en base a preguntas que el alumno tratará de contestar en función de la información obtenida del experimento)

CONCLUSIONES

Como se comentaba en la introducción de esta propuesta, el problema educativo presenta un buen número de aristas de diversa índole que hacen muy difícil su solución; algunas veces se remedia (en parte) alguno de estos factores que atañen a algún problema en particular, pero no se ha dado hasta hoy, una solución integral al problema que abarque a todos los niveles de la educación que se imparte en nuestro país. Realmente es una tarea titánica que habrá que emprenderse tarde o temprano por el bien de la nación en la que vivimos; una sociedad que reciba una buena educación, tendrá más probabilidades de enfrentar con éxito los diversos problemas y retos que se le presenten en este mundo cada vez más globalizado económicamente; y que paradójicamente, presenta tantas diferencias entre las diversas naciones que lo componen. Si no queremos formar parte de las llamadas "economías emergentes", **debe de dársele un gran impulso a la educación**, que nos permita no quedarnos atrás y no suceda (como vulgarmente se dice) que "el pez grande se coma al chico" y nos dejen a la orilla del desarrollo y el progreso.

El papel del **maestro** es fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que esta propuesta está encaminada a influir en el ánimo de esa personalidad encargada directamente de la educación de los adolescentes de nuestro estado que cursan estudios de preparatoria; una buena parte de la solución al problema educativo está en nosotros los maestros, ya que, como tampoco somos una "tabla rasa", tenemos nuestra propia concepción de la educación, y la inmensa mayoría (por no decir todos) estamos "enseñando" como nos "enseñaron" a nosotros; los maestros debemos de cambiar el paradigma de educación que poseemos por otro, que rompa con la enseñanza tradicionalista que hemos estado practicando por mucho tiempo.

La presente propuesta no es por mucho la panacea que resolvería los problemas que se nos presentan a los maestros de Física de las escuelas preparatorias en la enseñanza de un tema como el de fluidos; se pudieron haber incluido las directrices de muchos más experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio que las que aparecen, pero no era esa la intención, sino mostrar (con un tema que se tomó de modelo; fluidos) que es más útil el uso de ciertos medios de enseñanza (en este caso los experimentos demostrativos y prácticas de laboratorio) para lograr la internalización y posterior

generalización de un concepto o un principio físico, que si solo le platicamos al estudiante sobre ello. Ésto es pues lo fundamental, los maestros debemos procurar el hacer asequible el conocimiento al alumno, y lo lograremos, no recitándole una lección, sino planeando y llevando a la práctica actividades diseñadas de tal manera que procuren la construcción del conocimiento por el alumno y no su memorización, lo que les permitirá la generalización del mismo y la erradicación de sus preconcepciones.

Por último; nada ni todo está dicho en educación que sea definitivo; éste es un proceso interminable, infinito, como infinitas son las posibilidades de la mente humana; deseamos y esperamos tener las capacidades y ánimos necesarios para hacer más eficiente nuestra labor en ésta difícil pero reconfortante profesión; **los maestros tenemos la palabra.**

RECOMENDACIONES

Sería deseable que la información contenida en esta propuesta, fuese conocida por la mayor cantidad posible de maestros de Física de las escuelas preparatorias de la U.A.N.L.; una forma de poder hacerlo sería el enviar al menos una copia de la propuesta a la Academia de Física de cada preparatoria, para que en alguna de las reuniones que tienen durante el transcurso del semestre, se ponga a disposición de los miembros de la Academia y surjan de ahí los posibles lectores de este trabajo; el autor se sentiría muy satisfecho si esta propuesta despierta la curiosidad de los compañeros maestros, y que su lectura, al menos le sea beneficiosa para motivarlos a la crítica y muy posible mejoramiento de ella, ya que como se mencionaba por allí, ésto no es la panacea que resolverá nuestros problemas en la enseñanza de la Física, sino solo es una modesta participación con la que se trata de contribuir al mejoramiento de nuestra metodología de enseñanza. Ahora bien, en este trabajo se abordó apenas uno de los problemas con que nos enfrentamos los maestros de preparatoria en la enseñanza de la Física; como sabemos por experiencia, estos problemas son muchos y muy variados, los maestros debemos y podemos tratar de influir en la mayor cantidad posible de ellos con nuestro ánimo, dedicación, estudio y experiencia; ésto debe ser solo el principio.

Por último, para poder implementar cada una de las demostraciones y prácticas de laboratorio comentadas en esta propuesta, se requiere lógicamente del equipamiento necesario, el equipo debe ser lo suficientemente efectivo para lograr los objetivos planteados en cada demostración y práctica de laboratorio que se realice. Los materiales propuestos y factibles de producir por FICER (localizado en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la U. A. N. L.) es una buena opción para ello, se sugeriría entonces la revisión de éste para su posible adquisición.

ANEXOS

En el anexo I se presenta un ejemplo de cómo puede ser una **ficha y descripción** de una demostración; éste hace referencia a la fuerza boyante o de empuje.

En el anexo II se presenta un ejemplo de una **práctica de laboratorio**, en ella se aborda lo concerniente a la demostración del Principio de Arquímedes.

ANEXO I.- FICHA DEL EXPERIMENTO

Título del experimento: Fuerza boyante o de empuje.

Objetivo: Evidenciar experimentalmente la fuerza boyante, o de empuje, que recibe un cuerpo cuando es sumergido en un fluido (en este caso un líquido).

Tema donde se inserta: Principio de Arquímedes (mecánica de fluidos).

Accesorios, instrumentos y equipos necesarios:

- Un vaso de precipitado con $\frac{3}{4}$ partes de su volumen ocupado por agua.
- Un newtómetro.
- Varios objetos (por ejemplo, un cilindro de aluminio, una esfera de fierro, un prisma rectangular de latón, una piedra, etc.).
- Un recipiente donde poner el objeto.

Medidas de seguridad: Procurar realizar la demostración en una área libre de objetos y personas, al frente del salón de clases por ejemplo.

Tiempo aproximado de realización: 20 a 30 minutos, dependiendo del grado de efectividad de la interacción lograda con los alumnos.

Descripción de los procedimientos y manipulaciones para ejecutar el experimento:

- En una primera parte del experimento se pesará uno de los objetos colgándolo del newtómetro, y registrando la magnitud de este peso.
- En una segunda parte del experimento, estando todavía el cuerpo colgado del newtómetro, se se le sumergirá completamente en el agua y se registrará la nueva lectura obtenida.
- En la última parte del experimento se repetiría el procedimiento anterior con los demás cuerpos.

Recomendaciones metodológicas: Se recomiendan las siguientes preguntas para interactuar con los alumnos y propiciar una posible discusión que lleve al aprendizaje del concepto:

1a. parte del experimento:

Si se cuelga el objeto del newtómetro, ¿la lectura obtenida en él, a qué representa?, o bien, ¿qué magnitud física se está midiendo al colgar el objeto del newtómetro?

2a. parte del experimento:

a) Antes de sumergir el objeto en el agua:

Si introdujéramos el objeto completamente en el agua ¿qué crees que pase con la lectura del newtómetro? ¿será diferente, o , será la misma?, ¿porqué crees que sea diferente?, ¿porqué crees que sea la misma?

b) Después de sumergir el objeto en el agua:

¿A qué crees que se deba que el newtómetro registra una lectura diferente?, o, ¿porqué el peso del objeto parece diferente?, ¿será realmente el peso del objeto diferente?, es decir, ¿pesará realmente el objeto menos al ser sumergido en el líquido, o, el líquido empuja al sólido hacia arriba y hace que se obtenga una lectura diferente en el newtómetro?

3a. parte del experimento:

Serviría para afianzar lo observado, al ver que se repiten los hechos. Se podrían realizar preguntas parecidas a las anteriores.

NOTA: Al sumergir el objeto en el agua es el momento en que se daría el conflicto cognitivo en el alumno, es aquí donde el maestro guiaría a los estudiantes en las discusiones creadas para tratar de resolver el conflicto mediante los cuestionamientos anotados para esa segunda parte del experimento.

ANEXO II .- PRÁCTICA DE LABORATORIO

Título de la práctica: Demostración del Principio de Arquímedes.

Objetivo: Demostrar experimentalmente el Principio de Arquímedes

Equipo y material empleado:

- 1 Tripié
- 1 Soporte metálico
- 1 Nuez
- 1 Newtómetro
- 1 cilindro de plástico provisto con un lazo de hilo
- 1 cilindro de cobre provisto con un lazo de hilo
- 1 cilindro de aluminio provisto con un lazo de hilo
- 1 Probeta graduada de 250 cm³ (ml)
- ½ Litro de agua
- ½ litro de alcohol
- 100 gm de sal común
- 1 agitador

Análisis Teórico:

Sabemos que Arquímedes, con base en sus experimentos estableció lo que hoy conocemos como Principio de Arquímedes, en él establece que: un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido (líquido o gas), experimenta una fuerza vertical hacia arriba, cuya magnitud es igual a la fuerza de gravedad que actúa sobre el volumen del fluido desplazado por el cuerpo.

Diseño del experimento:

El plan experimental es el siguiente:

Primero: Con el newtómetro, se mide la magnitud del peso de un cuerpo cualquiera en el aire.

Segundo: Se sumerge completamente el cuerpo en un fluido y bajo esas circunstancias se mide nuevamente la magnitud del peso de éste. Se calcula la diferencia de las magnitudes de ambos pesos. La diferencia calculada será igual a la magnitud de la fuerza de flotación que el fluido ejerce sobre el cuerpo.

Tercero: Se mide el volumen del fluido desalojado por el cuerpo al sumergirse y se mide (o se calcula) también, la fuerza gravitacional que actúa sobre este volumen de fluido (en este caso, esta fuerza coincide con el peso del volumen de fluido)

Cuarto: Se comparan, la fuerza de flotación calculada en el peso anterior y el peso del volumen del fluido desalojado.

Quinto: Se calcula la fuerza de flotación que actúa sobre el cuerpo, para otros fluidos y, se compara con el peso del fluido desalojado por el mismo cuerpo.

Se selecciona otro cuerpo hecho de otra sustancia y se repiten los pasos Primero, Segundo, Tercero y Cuarto de este procedimiento.

Procedimiento:

El principio de Arquímedes es válido, para todo cuerpo, de cualquier sustancia y de cualquier forma. Sin embargo, por comodidad en los cálculos, tomemos de forma cilíndrica.

1. Seleccione primeramente el cilindro de plástico y cuélguelo por medio de su lazo del gancho del newtómetro.
2. Realice la instalación como se indica en la figura 1 y, registre la lectura indicada en el newtómetro en la Tabla de Datos correspondientes a la sustancia con que está hecho el cilindro. Esta lectura corresponderá a la magnitud del peso del cilindro en el aire.
3. Vacíe 200 cm³ (ml) de agua en la probeta graduada de 250 cm³ y colóquela bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el newtómetro y el cilindro, hasta que éste último quede completamente sumergido en el agua. Ver la figura 2. Registre en la Tabla de Datos correspondiente a la sustancia del cilindro la lectura indicada en el newtómetro. Esta lectura, corresponderá a la magnitud del peso cilindro en el aire y en el agua, será la magnitud la fuerza de flotación que el agua ejerce sobre el cilindro.
4. Registre en la misma Tabla de Datos el nuevo volumen alcanzado por el agua en la probeta graduada y, calcule el volumen del cilindro sumergido en el agua. El volumen del cilindro será igual al nuevo volumen registrado, menos los 200 cm³ de agua del volumen original en la probeta. Compare el volumen calculado por la diferencia de volúmenes, con el volumen del cilindro calculado a través de la multiplicación del área de su base por su altura.
5. Levante la nuez con el travesaño donde está colgado el newtómetro y cilindro, hasta que éste último quede completamente en el aire. Retire de su posición la probeta graduada con agua y agregue a ésta última sal común, agitando suavemente la mezcla hasta lograr una disolución saturada de sal (ésta se logra cuando se observan cristales de sal en el fondo de la probeta). Coloque nuevamente la probeta en su lugar y repita para éste nuevo fluido lo indicado en el paso 4 de este procedimiento.
6. Levante nuevamente la nuez con el travesaño donde está colgando el newtómetro y el cilindro de plástico, hasta que éste último quede completamente en el aire. Retire de su posición la probeta con la disolución saturada de sal. Tire ésta última y seque muy bien con un trapo o papel la probeta y coloque en ella 200 ml de alcohol. Coloque nuevamente la probeta en su lugar y repita para este otro fluido lo indicado en el paso 4 de este procedimiento.

Fluido	Peso del cuerpo en el aire P_1 en (N)	Peso del cuerpo en el fluido P_2 en (N)	Fuerza de Flotación $F_f = P_1 - P_2$ en (N)	Volumen inicial del fluido V_1 en (cm ³)	Volumen final del fluido V_2 en (cm ³)	Vol. del cuerpo $V = V_2 - V_1$ en (cm ³)
Agua						
Agua saturada con sal común						
Alcohol						

Tabla de Datos para el cilindro de plástico

7.- Seleccione el cilindro de aluminio y repita los pasos del 1 al 6 de este procedimiento.

Fluido	Peso del cuerpo en el aire P_1 en (N)	Peso del cuerpo en el fluido P_2 en (N)	Fuerza de Flotación $F_f = P_1 - P_2$ en (N)	Volumen inicial del fluido V_1 en (cm ³)	Volumen final del fluido V_2 en (cm ³)	Vol. del cuerpo $V = V_2 - V_1$ en (cm ³)
Agua						
Agua saturada con sal común						
Alcohol						

Tabla de Datos para el cilindro de aluminio

8.- Finalmente seleccione el cilindro de latón y repita los pasos del 1 al 6 de este procedimiento.

Fluido	Peso del cuerpo en el aire P_1 en (N)	Peso del cuerpo en el fluido P_2 en (N)	Fuerza de Flotación $F_f = P_1 - P_2$ en (N)	Volumen inicial del fluido V_1 en (cm ³)	Volumen final del fluido V_2 en (cm ³)	Vol. del cuerpo $V = V_2 - V_1$ en (cm ³)
Agua						
Agua saturada con sal común						
Alcohol						

Tabla de Datos para el cilindro de latón

Discusión y condiciones:

Obviamente, el peso del cuerpo está dirigido verticalmente y su sentido es hacia abajo, es decir, en la misma dirección y el mismo sentido que el de la aceleración de la gravedad en el lugar donde se realiza el experimento. Por otra parte, la fuerza de flotación, está en la misma dirección del peso del cilindro, pero en sentido contrario, es decir hacia arriba.

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Depende la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro de la densidad del líquido donde éste se sumerge? ¿Cómo es esta dependencia?
- 2.- ¿Existe alguna relación entre la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro y la densidad de la sustancia de la cual está hecho?
- 3.- ¿Tendrá el mismo valor la fuerza de flotación que actúa sobre el cilindro cuando éste se sumerge completamente en el líquido, que cuando sólo sumergimos una parte de él? Explique su respuesta?
- 4.- ¿Qué relación existe entre la fuerza de flotación y el peso del volumen del fluido desalojado por el cilindro?

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Alvarenga Álvares, Beatriz y Ribeiro Da Luz, Antonio M.: Física General con experimentos sencillos. Ed. Harla. 1983.

González Castro, V.: Teoría y Práctica de los Medios de Enseñanza. La Habana. Pueblo y Educación. 1986..

Moreno, Montserrat: La Pedagogía Operativa. Barcelona Ed. Laia 1983.

Piaget, Jean: Development and Learning. Ed. The Journal of Research Science Teaching. Traducción Teddre Paz. 1964.

Piórishkin, A.V. y Ródina, N.A. : Física I. Ed. Mir Moscú. 1986.

Walker, Jearl: Física Recreativa. La teoría ambulante de la Física. Ed. Noriega - Limusa. 1990.

Wilson. Jerry, D.: Practical Physics. Ed.. Saunders College Publishing. 1986.

ARTÍCULOS

Carrascosa Alís, J., Furió Más, C y Valdés Castro, P.: Las concepciones alternativas de los estudiantes y sus implicaciones didácticas. 1994.

Gil Pérez, D. y Valdez Castro, P: Tendencias Actuales en la Enseñanza - Aprendizaje de la Física. 1994.

DIRECCIONES EN INTERNET

<http://www.nhn.uoknor.edu/~see/fluid/fluid.html>