

¿Quiero mejorar mi clase de Física?

Sócrates y el Arte de Pensar

Héctor G. Riveros R.
Instituto de Física, UNAM.
Apdo. Postal 20-364, 01000 MEXICO.D.F.
Fax: (5) 622-5008
E-mail: riveros&fenix.ifisicacu.unam.mx

Indice

	pag
1.- Resumen	3
2.- Marco de referencia	7
3.- Curso.- Mejoramiento de la enseñanza	9
¿Pensar es un arte?	19
Clases de Teoría y Laboratorio	24
4.- Sesiones de trabajo	36
5.- Recomendaciones	41
6.- Referencias	42
7.- Apéndice 1.-¿Porqué estudiamos Ciencias?	43
8.- Apéndice 2.- Fines de la Enseñanza	45
9.- Apéndice 3.- Dinámica de Grupos	
10.- Apéndice 4.- Mapas Conceptuales	

¿Quiero mejorar mi clase de Física?
Héctor G. Riveros IFUNAM
Notas de un curso de actualización de profesores

¡.- Resumen.

El curso consta de conferencias y talleres de aplicación inmediata de las ideas planteadas en la preparación de un tema del curso que el profesor imparte. Mostrándole con el ejemplo que la mejor motivación para aprender es satisfacer necesidades del estudiante. De hecho, la enseñanza de un cierto tema es un problema de investigación en enseñanza. Bajo este punto de vista el primer problema es definir el por que enseñarlo, como lo va a usar el estudiante; lo que permite discutir la planeación de las actividades de aprendizaje. La investigación en enseñanza es un campo que sé esta desarrollando con mucha rapidez. El profesor se ve expuesto a una gran cantidad de recursos didácticos para que escoja los que más se acomoden a su manera de pensar, y de dar clase.

Esta es una pregunta que nos hacemos los profesores de cuando en cuando, generalmente motivada por la observación de un libro sobre enseñanza o un cartel anunciando un curso de actualización de profesores. Si la respuesta es positiva, puede tomarse la decisión de tomar un diplomado, una maestría o un doctorado sobre enseñanza. Si nuestra tendencia es ser autodidactas nos inclinaremos por los libros, y por consultar los distintos sitios que tienen información relevante en Internet. Si preferimos trabajar en grupo, podemos participar en cursos impartidos con tal fin, o juntarnos con amigos a planear temas de clase, demostraciones y/o experimentos.

El debate sobre como actualizar a los profesores presenta dos tendencias extremas: los que creen que lo indispensable es saber enseñar e imparten cursos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje; y los que creen que lo indispensable es saber Física, ya que no se puede enseñar lo que no se sabe. Conozco muy pocos cursos que combinen ambos puntos de vista. Hace varias décadas se pensó que combinando los mejores educadores con los mejores científicos se podría diseñar el curso que resolviera el problema; hemos sobrevivido a varios de estos proyectos con el resultado sorprendente, de que estamos como al principio. La investigación sobre enseñanza ha encontrado grandes resultados, pero no son la solución para todos los profesores. Aunque todos conocemos a profesores que cambiaron nuestra vida, para bien o para mal. **Ser profesor es una gran responsabilidad, y cada uno de nosotros escoge como quiere ser recordado**

Generalmente, el problema del profesor es como enseñar los temas del programa del curso que imparte, dado el tiempo y los recursos disponibles. El debate sobre como enseñar tiene muchas vertientes, desde la que propone enseñar los principios básicos para deducir todas las consecuencias hasta tratar de inducir empíricamente del trabajo experimental las leyes de la ciencia que se esté enseñando. También hay quien prefiere basarse en la historia de la ciencia para motivar al estudiante, en el funcionamiento de diversos aparatos o en las aplicaciones a la resolución de problemas "reales".

Estas notas son para un curso-taller para profesores, en el que cada profesor decide que actividades le sirven para su mejorar su manera de dar clase. Se lleva el curso tratando de enseñar con el ejemplo, por lo que el primer problema a resolver es como lograr el objetivo de mejorar como profesores a partir de sus conocimientos previos, o sea su experiencia. Dados mis antecedentes de investigador, el tiempo me ha convencido de que la enseñanza es investigación, y como investigador la primera pregunta es el porqué de la investigación. Bajo este punto de vista, se debe comenzar por definir que significa mejorar la clase. Se puede definir por incrementar el porcentaje de aprobación, por cambiar la curva de distribución de calificaciones, mediante encuesta a los alumnos al acabar el curso, etc. Dependiendo de la definición que escojamos, usaremos diferentes estrategias para lograr nuestro fin.

En lo personal, creo que lo que se trata es de enseñar métodos de razonamiento y manejo de información, en sus componentes deductivos e inductivos. Los estudiantes que prosigan a estudios superiores ya tendrán tiempo de aprender la ciencia de su profesión. Lo que necesitan del bachillerato son las habilidades del razonamiento necesarias para distinguir **evidencia de propaganda, probabilidad de certidumbre, creencias racionales de supersticiones, hechos de aseveraciones, teorías de dogmas**. Este es el primer ejemplo de la conveniencia de definir objetivos antes de comenzar una actividad, si no sabemos a donde vamos, como sabemos que ya llegamos. Generalmente enseñamos los temas del programa, sin pensar en para que se quiere enseñarlos. Esencialmente la Física a nivel licenciatura es una herramienta para resolver problemas "reales" y parte de la cultura a nivel enseñanza media. **En el nivel de enseñanza media es preferible que no sepan Física a que la odien.**

Actualmente están de moda las ideas constructivistas, los mapas conceptuales, la conexión con la realidad, aprendizaje significativo, etc. Hay un cierto acuerdo de que es necesario conocer lo que el estudiante sabe, para extender o agregar conceptos a su repertorio. Usando los métodos tradicionales el encontrar que sabe el alumno lleva tanto tiempo que ya no queda tiempo para que aprenda los nuevos conceptos. Esto requiere encontrar métodos que permitan explorar los conocimientos previos de manera rápida y eficiente. Entre ellos destaca el uso de preguntas de opción múltiple que permiten detectar errores de concepto; preguntas con respuestas por escrito, que el profesor puede leer paseando entre los alumnos, evitando así las situaciones embarazosas asociadas a pasar al pizarrón, etc. Conociendo los conocimientos previos de los estudiantes puede decidirse la mejor estrategia de enseñanza.

Existe una gran diferencia entre los objetivos mencionados en los programas y los que capta el estudiante. Desgraciadamente nuestros alumnos estudian para pasar los exámenes, de manera que responder las preguntas del examen se convierte en objetivo. Si hacemos preguntas memorísticas, estamos enseñando que memorizar es la solución. Aunque en estos tiempos de manejo de grandes cantidades de información mediante computadoras, esto no es particularmente útil. Lo que realmente es permanente es como manejar la información para obtener consecuencias, ya sea en un sentido deductivo o inductivo.

La pregunta de cómo puedo saber si el curso fue útil, es difícil en el sentido que no es interesante la parte informativa, si no fomentar las habilidades cognitivas (analíticas y sintéticas), afectivas y psicomotoras. Dado que no tengo un cuestionario que me permita evaluar estas habilidades, lo traduzco en la pregunta de que preparen un cierto tema, usando lo que les guste del curso y evitando lo que les disguste.

Una vez que cada profesor participante escoge el tema que va a desarrollar, se le pide elaborar el mapa conceptual y objetivos del tema, así como el cuestionario de evaluación con el que se va a definir si el estudiante logró los objetivos deseados. Generalmente el primer intento de evaluación corresponde a las preguntas clásicas de fin de capítulo, aunque el profesor haya manifestado otros objetivos. El encontrar preguntas conceptuales es realmente difícil pero se tienen algunos reactivos en la literatura. Preguntar la interpretación de resultados experimentales ayuda en este sentido.

En un curso en que se pretende dar herramientas al profesor para mejorar su clase, lo primero es averiguar sus conocimientos previos sobre como cree que puede mejorar su propia clase y es pertinente preguntarle que quiere aprender. Todo esto se reduce operacionalmente a una lista de posibilidades para las actividades del curso-taller, que puede ser:

- a) Temas selectos de Didáctica y Pedagogía.
- b) Temas escogidos de Física.
- c) Tópicos de Matemáticas.
- d) Estadística y Manejo de datos.
- e) Métodos gráficos.
- f) Cálculo Numérico.
- g) Instrumentación y manejo de equipo
- h) Demostraciones de clase.
- i) Diseño de experimentos.
- j) Una combinación de los temas anteriores.
- k) Otra posibilidad es _____

El problema del Profesor es como combinar todo lo que sabe sobre enseñanza con su aplicación en su clase del día. Dependiendo de la respuesta de los profesores participantes, se escogen los temas y actividades a realizar: Los profesores me han enseñado que todos son diferentes, y que cada uno sabe lo que le conviene, de manera que la mejor manera de ayudarlo es darle la información que él considera relevante, y enterarlo de otra que a lo mejor no sabe que es relevante. Muchos de ellos tienen sus propias soluciones, que suelen compartir con sus compañeros de curso, haciendolo más interesante. Todos tenemos clases que nos salen bien, o demostraciones espectaculares, etc. Compartiendo con los colegas, tendremos la satisfacción de dar y recibir, ya que ganamos acceso a otras posibilidades. Gracias por compartir.

Marco de referencia

Este curso-taller se realiza tomando como base un marco de referencia implícito, o prejuicios del expositor; el cual tiene implicaciones sobre su manera de enseñar, por lo que conviene hacerlos tan explícito como se pueda. Si el lector no comparte estas experiencias o prejuicios, tómelos en cuenta para modificarlos cuando aparezcan en el texto de manera solapada.

Los principales son:

- 1.- Pensar es un Arte.
- 2.-Las artes se aprenden practicando, y causan placer.
- 3.- El profesor sólo puede fomentar el razonamiento del estudiante.
- 4.- El Enseñar es Investigar sobre Docencia.
- 5.- El Profesor decide como enseñar cada tema del programa.
- 6.- La Evaluación ayuda a escoger las estrategias de enseñanza
- 7.- El Profesor escoge los recursos didácticos y materiales.
- 8.- El saber como usará sus conocimientos motiva el aprendizaje.
- 9.- La evaluación define operacionalmente los objetivos de un curso.
- 10.- Durante los exámenes el aprendizaje se incrementa notablemente.
- 11.- El examen de admisión del siguiente nivel, modula la enseñanza de los profesores.
12. .- Un ser humano requiere razonar para sobrevivir en la sociedad en que vive
13. .- Los conocimientos científicos son parte de la cultura del hombre moderno.
14. Los métodos de razonamiento son más perdurables que los conocimientos específicos. Importa más el como se enseña que lo que se enseña. La información se hace obsoleta con el tiempo, el razonamiento no.
15. Si pretendemos enseñar el método científico, debemos hacerlo con el ejemplo. Si lo damos como receta, que no aplicamos cotidianamente, no se captan sus implicaciones.
16. Podemos considerar a la enseñanza como una actividad científica, y por lo tanto empezar por definir para que enseñamos Física, como hacemos siempre que comenzamos una investigación..

17. Cada tema del programa de un curso tiene objetivos informativos y formativos. La evaluación que se haga del aprendizaje debe estar acorde con los mismos. Nuestros estudiantes estudian para pasar el examen, es nuestra responsabilidad que el examen fomente el razonamiento y sea adecuado para medir el aprendizaje de los objetivos.
18. Siendo la Física una ciencia experimental, su aprendizaje sin experimentos o demostraciones es muy aburrido, pero pretender obtener sus leyes a partir de experimentos hace muy lento el aprendizaje. Generalmente los resultados experimentales no coinciden con lo que el estudiante espera, lo que causa frustración o conduce a la falsificación de resultados. No conviene realizar experimentos de verificación de leyes, a menos que se les tenga bien ensayados. Generalmente es más satisfactorio, el resolver un problema más o menos real, que implique la utilización de la ley, por métodos experimentales.
19. La definición de objetivos en los cursos de Física debe hacerse en función del papel que juega la Enseñanza Media Superior, dentro del sistema educativo y están definidos por lo que la Sociedad espera de sus Bachilleres. Considerando que la estructura básica universitaria es necesariamente participativa y comprometida con la transformación del entorno cultural y social.
20. El evaluar el aprendizaje permite retroalimentar el proceso, para corregir los errores cometidos. El preguntar lo que se sabe antes de la explicación (conocimientos previos) permite buscar la exposición más adecuada. El hacerlo por escrito reduce notablemente el tiempo de exploración, dejando tiempo para la explicación por el expositor; evitando por otra parte, las situaciones embarazosas que se producen en las participaciones orales.
21. El Método Socrático es el primer ejemplo de inducir el razonamiento en el estudiante. En este sentido es el antecedente directo del constructivismo, aunque presenta las limitaciones de un aprendizaje demasiado guiado.

Curso

Mejoramiento de la enseñanza.

La capacidad del hombre de transmitir sus conocimientos le ha dado una gran ventaja evolutiva, el enseñar y aprender es algo que todos hacemos. Pero en estos tiempos de la revolución informática, es necesario cambiar los procesos de enseñanza aprendizaje.

Generalmente, el problema del profesor es como enseñar los temas del programa del curso que imparte, dado el tiempo y los recursos disponibles. El debate sobre como enseñar tiene muchas vertientes, desde la que propone enseñar los principios básicos para deducir todas las consecuencias hasta tratar de inducir empíricamente del trabajo experimental las leyes de la ciencia que se esté enseñando.

Llevaremos el curso en base a preguntas y respuestas, mostrando métodos que nos permiten explorar los conocimientos previos de manera rápida y eficiente. Entre ellos destaca el uso de preguntas de opción múltiple, con respuesta a mano alzada; o preguntas con respuestas por escrito, que el profesor puede leer paseando entre los alumnos; . Conociendo los conocimientos previos de los estudiantes puede decidir la mejor estrategia de enseñanza.

En un curso como este, en que pretendemos dar herramientas al profesor para mejorar su clase, lo primero es averiguar sus conocimientos previos u opinión, sobre como cree que puede mejorar su propia; y es pertinente preguntarle:

1. - ¿Quiero mejorar mi clase de Física?

Si el profesor está satisfecho con la manera como da su clase, no tiene incentivo para cambiar sus procedimientos, y no va a ser fácil convencerlo de lo contrario. Si el profesor está leyendo estas notas es probable que quiera mejorar su clase.

Este es un curso-taller para profesores, tratando de que cada profesor realice las actividades que le sirvan para su mejorar su manera de dar clase. Se lleva el curso tratando de enseñar con el ejemplo, por lo que el primer problema a resolver es como lograr el objetivo de mejorar como profesores a partir de sus conocimientos previos, o sea su experiencia. Esto lleva directamente al primer problema de considerar la enseñanza como un problema de investigación: como definir que significa mejorar la clase. Como

ya se dijo, se puede definir por el porcentaje de aprobación, por la curva de distribución de calificaciones, mediante encuesta a los alumnos al acabar el curso, etc. Dependiendo de la definición que escojamos, usaremos diferentes estrategias para lograr nuestro fin.

Pero es necesario partir de las ideas que tienen los participantes del curso-taller. Este es el momento de preguntar su definición personal de que significa mejorar su clase, lo que se traduce en que clase de curso quiere o espera, o que actividades personales le llevaran a mejorar sus clases.

De lo que se trata es de enseñar métodos de razonamiento y manejo de información, en sus componentes deductivos e inductivos. . Los estudiantes que prosigan a estudios superiores ya tendrán tiempo de aprender la ciencia de su profesión. Lo que necesitan del bachillerato son las habilidades del razonamiento necesarias para distinguir **evidencia de propaganda, probabilidad de certidumbre, creencias racionales de supersticiones, hechos de aseveraciones, teorías de dogmas**. Este es el primer ejemplo de la conveniencia de definir objetivos antes de comenzar una actividad, si no sabemos a donde vamos, como sabemos que ya llegamos. Generalmente enseñamos los temas del programa, sin pensar en para que se quiere enseñarlos; són el pretexto ideal para enseñar a razonar. Esencialmente la Física a nivel licenciatura es una herramienta para resolver problemas “reales” y parte de la cultura a nivel enseñanza media. Esencialmente la Física a nivel licenciatura es una herramienta para resolver problemas “reales”, y por lo tanto el estudiante debe manejarla correctamente. Pero es parte de la cultura a nivel enseñanza media, como lo son los conocimientos musicales. Si el pensar es un arte, conviene recordar que las artes se cultivan por el placer que proporcionan

2.- ¿Cómo puedo mejorar mi manera de dar clase?

Si lo que se quiere es mejorar las calificaciones de los alumnos, conviene resolverles problemas semejantes a los de la evaluación. Si se quiere que pasen un examen de admisión, necesitamos entrenarlos en la solución de reactivos parecidos. Si queremos entrenarlos en el arte de pensar, entonces debemos propiciar un ambiente en que esto se pueda desarrollar.

Las ideas sobre como mejorar a los profesores van desde que necesitan conocer los principios didácticos y pedagógicos de como se enseña y como se aprende, a que

necesitan dominar la disciplina que enseñan. Los estudios sobre como se aprende han dado origen a diversas teorías sobre el aprendizaje, las que nos proporcionan algunas herramientas para el salón de clase, tales como las "tormentas de ideas", corrillos, los mapas conceptuales, la instrucción personalizada, la tecnología educativa, psicología educativa, etc. A nivel de macro enseñanza, la colaboración entre pedagogos y científicos han dado lugar a grandes proyectos entre los que podemos mencionar el Physical Science Study Committe PSSC, el proyecto Harvard, el Nuffield, el Berkeley, etc.

Redish y Steinberg (Physics Today, enero 1999, 24-30), como parte de sus resultados obtenidos investigando sobre docencia, plantean la necesidad de contestar tres preguntas interrelacionadas:

¿Qué está involucrado en entender y usar a la física? Cuya respuesta implica una observación y análisis de los contenidos de los cursos de física y del comportamiento de los físicos profesionales. O sea, para que le sirve al estudiante lo que aprende.

¿Qué traen los estudiantes a las clases de física? Como interpreta el estudiante los materiales que se le presentan, depende fuertemente de su experiencia personal. Cuales son sus preconceptos y prejuicios, sobre la materia.

¿Cómo responden los estudiantes a las clases de física? Generalmente suponemos que los estudiantes responden como nosotros lo hicimos, o como nosotros desearíamos haberlo hecho, sabiendo lo que ahora sabemos. Para diseñar estrategias de aprendizaje efectivas, necesitamos aprender como aprenden realmente los estudiantes. Esta es la pregunta mas complicada, ya que cada ser humano aprende de manera diferente.

Hay temas como métodos estadísticos, instrumentación, diseño de experimentos y demostraciones, recursos audiovisuales, etc. que forman parte de los cursos de actualización de profesores, por que son herramientas que contribuyen a mejorar la enseñanza.

Todo esto se reduce operacionalmente a una lista de posibilidades para las actividades del curso-taller, que pueden ser:

- a) Temas selectos de Didáctica y Pedagogía.
- b) Temas escogidos de Física.
- c) Tópicos de Matemáticas.
- d) Estadística y Manejo de datos.

- e) Métodos gráficos.
- f) Cálculo Numérico.
- g) Instrumentación y manejo de equipo.
- h) Uso de la computadora en clase y en el laboratorio.
- i) Demostraciones de clase.
- j) Diseño de experimentos.
- k) Una combinación de los temas anteriores.
- l) Otra posibilidad es _____

El problema del Profesor es como combinar todo lo que sabe sobre enseñanza con su aplicación en su clase del día. Dependiendo de la respuesta de los profesores participantes, se escogen los temas y actividades a realizar: En los cursos impartidos anteriormente, las peticiones se satisfacen con una combinación de tópicos. Generalmente se mencionan todos los temas, pero usando como ejemplo los temas específicos de Física que los participantes sugieren, de acuerdo a sus necesidades.

Empecemos por encontrar los conceptos previos sobre temas de enseñanza de los participantes:

3.- ¿Que nombres recuerda ligados a la Didáctica y la Pedagogía, y cuales son sus aportaciones.?

La respuesta siguiente es una colaboración de Leda Roldán, de la Universidad Nacional de Costa Rica, que menciona los nombres más populares en la literatura.

Piaget : Los experimentos y las observaciones desarrollados por Piaget sentaron las bases de la moderna psicología del desarrollo.

Novak : considerando las nuevas teorías educativas y la idea del constructivismo, en el sentido de lograr que el estudiante tenga el estímulo suficiente para formar sus propios conceptos, Novak propone una estructura que va dando forma al conocimiento que el estudiante va construyendo, a través de los mapas de conceptos o esquemas del conocimiento.

Ausubel : plantea dos clases de aprendizaje que desde el punto de vista de la educación formal coexisten. La primera es el aprendizaje repetitivo, de tendencia conductista. La segunda es el aprendizaje significativo, relacionado con la estructura del conocimiento.

Bruner : La teoría del lenguaje de Bruner está en la línea de teorías contextuales del desarrollo cognitivo, para él las cogniciones como los contextos son importantes para el desarrollo. El plantea que el niño aprende a usar el lenguaje, en lugar de aprender el lenguaje en sí

Vygotsky :corresponde a un teórico dialéctico que hace énfasis tanto los aspectos culturales del desarrollo como las influencias históricas. Para él debe presentarse una reciprocidad entre la sociedad y el individuo. Es así como el niño puede aprender de su ambiente.

Bloom : estableció una serie de categorías verbales que clasificaban el nivel de aprendizaje. A esta clasificación la llamó taxonomía, estableciendo niveles de conocimiento desde la simple observación hasta el nivel de evaluación , donde se debe demostrar un dominio del tema.

Gowin : al igual que Novak planteó un modelo de presentación de los conceptos aprendidos, dando una categorización de acuerdo con la ubicación en la V epistemológica.

Referencias de Leda Roldán.

Ausubel, David. Familia y sexualidad. Nueva enciclopedia pedagógica del educador. Vol.15 1969

Bruner,Jerome. On knowing: essays for the left hand. New York. Atheneum.1965

Bruner,J. The process of education. Cambridge. Harvard University Press. 1965

Garton, Alison. Interacción social y desarrollo del lenguaje y la cognición. 1a edición. Ediciones Paidós. España. 1994.

Novak J.D. y Gowin Bob. Aprendiendo a aprender. De. Martínez Roca. Barcelona, España 1988.

Piaget, Jean. Epistemología de la física. Ediciones Paidos. Argentina. 1979.

Vigotsky, Liev. Psicología del Arte. Barcelona. Barral. 1972

4.-¿ Que técnicas didácticas o pedagógicas recuerda, y cuales aplica en clase?

Dependiendo de los cursos de Didáctica y Pedagogía que haya llevado, es de esperarse conocimientos de dinámica de grupos, como tormenta de ideas, corrillos, etc. El problema de estos cursos es que generalmente se imparten en abstracto, sin conectarlo con ejemplos de los temas que los profesores imparten.

Podemos mencionar cursos sobre Tecnología Educativa que cubren una amplia gama de conocimientos. También se popularizó la llamada Instrucción Personalizada, como una alternativa pedagógica, pero requiere de varios ayudantes y la escritura de una gran cantidad de instructivos. Además de Talleres de Redacción, Construcción de equipo, Recursos Audiovisuales, etc.

Un caso extremo lo constituye un curso que recibí sobre Diseño de Recursos Audiovisuales, impartido por un profesor que usó únicamente gis y pizarrón para impartirlo. El conferencista, no profesor, no sabía sobre fotografía estroboscópica, herramienta de uso común en Física. Este curso fue un claro ejemplo del divorcio entre la palabra y los hechos, pero aún de un curso malo se puede aprender. Desde entonces, trato de usar en mis cursos, las herramientas que propongo utilizar. Sólo se puede enseñar con el ejemplo.

5.- Enumere los proyectos de enseñanza de la Física que conozca.

Existen varios intentos de resolver los problemas de la enseñanza de la Física, combinando los esfuerzos de los mejores educadores con los mejores científicos. El estudio de los proyectos existentes nos permite ver la aplicación práctica de las mejores ideas sobre enseñanza, prevalecientes en la época en que se diseñaron. Suelen ser completos, incluyendo materiales para el profesor, evaluaciones, demostraciones, experimentos, videos, etc. Si encontramos uno que cubra los temas del programa y nos gusta, el usarlo por algunos años es una buena alternativa. Con el tiempo la novedad se diluye, y empezaremos a buscar como modificarlo.

Quizá el proyecto más conocido es el Physical Science Study Committee PSSC que es un curso para enseñanza media superior. Aunque se intentó su aplicación en México, fue descartado por diversos motivos. En lo personal pienso que estaba demasiado explicado, dejando poco razonamiento al estudiante y al profesor.

Dadas las dificultades observadas, aún en el país de origen, se pensó en que el problema estaba en el ciclo anterior desarrollándose el Introductory Physical Science IPS, para jóvenes de 12 a 15 años. En México, por la premura para crear el Colegio de Ciencias y Humanidades y por falta de visión, se implantó como curso inicial creando en pocos años un caos, ya que el descontento de los profesores se manifestó en cambios personales en los programas. Acaban de entrar en vigor programas nuevos, con planteamientos diferentes.

Existen varios intentos a nivel Licenciatura. Los proyectos Harvard y Nuffield corrieron con mejor suerte. Produjeron materiales de calidad, que el tiempo ha hecho que se usen por distintos profesores. Los experimentos del Nuffield son muy originales, y probados. Del Harvard, no puedo decir lo mismo, ya que como participante en un curso del mismo, encontré que de cinco experimentos propuestos tres no funcionaban, incluyendo uno que no podía funcionar por motivos teóricos. Este último consiste en dejar caer dos balines sobre un tocadiscos, para que el ángulo de giro mida el tiempo de caída y la separación entre los mismos la distancia recorrida. Tratando de medir la aceleración de la gravedad g , el error es cercano al 30% debido a la altura mínima necesaria para que el primer balón marque su caída. El experimento original usa dos alturas iniciales grandes, pero esto complica la interpretación de los datos experimentales.

El curso de Berkeley es excelente en todos sus ingredientes, pero es difícil de explicar la Mecánica mediante experimentos con electrones. El curso de Feynman es excelente, pero su nivel suele ser más elevado que nuestros cursos de licenciatura, pero puede ser usado por el profesor para encontrar presentaciones más rigurosas.

A estos nombres podemos agregar:

Keller y Green, Instrucción personalizada. Autoaprendizaje a niveles de excelencia. Se supone que el estudiante escoge el ritmo de estudio, pero realmente está limitado por la duración del curso.

Claudio Zaki Dib, Tecnología educativa, Combinación de diferentes teorías educativas.

Shanon Teoría de la Comunicación. Consecuencias en el proceso de enseñanza aprendizaje de los resultados de la teoría de la comunicación.

McDermott sustituye la clase tradicional por lo que llama tutoriales, sesiones en las que los estudiantes trabajan en grupos pequeños, siguiendo las actividades a desarrollar en

una hoja de trabajo producto de la investigación sobre docencia.. Estas hojas guían a los estudiantes para hacer predicciones y comparar diferentes líneas de razonamiento para entender conceptos básicos.

Priscilla Laws ha desarrollado Workshop Physics, un conjunto de materiales para crear un ambiente de aprendizaje no-tradicional, en el que las conferencias, clases y laboratorios son combinadas en dos sesiones de tres horas basadas en el laboratorio.

Como conclusión, **podemos decir que hasta ahora no hay ningún método de enseñanza que haya demostrado ser de aplicación universal.** Los nuevos métodos desarrollados funcionan muy bien mientras quienes los aplican mantienen su fe en los mismos, con el tiempo esta sensación disminuye y los resultados tienden a los valores promedios de los otros métodos de enseñanza. Pero a lo largo de la historia, siempre han existido buenos maestros, quizá de los más antiguos sea Sócrates, retratado en los Diálogos de Platón.

6. - ¿Que profesores recuerda?

Todos recordamos unos cuantos **PROFESORES** que nos introdujeron a los placeres del razonamiento. En particular recuerdo uno de primaria, otro de secundaria, dos de preparatoria y dos de la facultad. Siempre serán recordados con afecto. Pero también recordamos a otros profesores por pésimos, aunque tratemos de olvidar sus nombres. Recordar lo que molestaba de su clase, permite evitarlo con mis estudiantes. Recuerdo uno que jamas reconocía haberse equivocado, y llevaba las cosas a negar haber hecho ciertas afirmaciones. Por contraste, premio el pescarme en algún error por que indica atención por parte de los estudiantes, o que quede traumatado por semejante profesor. **Como Profesor uno escoge como quiere ser recordado por sus estudiantes.**

7.- ¿Cuales son las características de los buenos profesores, y cuales las de los malos profesores.

La mayor parte del trabajo de investigación en enseñanza se concentra en los procesos de aprendizaje y evaluación. Sin embargo, los resultados no han llegado a encontrar un método de aplicación universal. Ni siquiera los proyectos combinados lo han logrado. Darse cuenta de esta situación llevo a Tobin, Deacon y Fraser [2]ha intentar

encontrar la solución por métodos empíricos. En toda escuela hay uno o algunos profesores que la comunidad considera que son los mejores. Sentados en la última fila, estudiaron sus métodos de impartir sus clases.. Podemos resumir sus resultados en cuatro aseveraciones:

1. - La creencia del profesor de que los estudiantes deben estar mentalmente activos para aprender razonando influencia su implementación del programa de su curso.
- 2.- El profesor usa estrategias para facilitar que los estudiantes entiendan los conceptos de Física.
- 3.- El deseo del profesor de preparar a sus estudiantes para su siguiente examen de admisión, influencia su implementación del programa.
- 4.- El ambiente de aprendizaje prevaleciente en la clase es visto favorablemente por los estudiantes.

. En preguntas informales, hechas a profesores latinos, acerca de las características de sus mejores profesores, el resultado es diferente siendo la siguiente lista un resumen de las opiniones vertidas:

1. Respeta a los estudiantes.
2. Se preocupar por que aprendan.
3. Muestra entusiasmo e interés por su materia.
4. Con sentido del humor.
5. Fomenta la interacción en clase
6. Es amable y simpático.
7. Bien preparado y organizado.
8. Relaciona los temas con la vida real.
9. Usa ayudas para dar clase.
10. Tiene buenas bases científicas.
11. Reconoce sus errores.

Esta lista, comparada con las aseveraciones de Tobin, muestra que se puede expresar las mismas ideas con diferentes palabras, pero en el fondo existe acuerdo.

8.- Escriba un párrafo sobre el libro o artículo de enseñanza que más lo haya impactado.

Hay mucha literatura sobre el tema, pero siempre recuerda uno algunos trabajos que considera cambiaron o reforzaron nuestros puntos de vista. Yo recuerdo el titulo del

libro "The Art of Teaching" [1], porque está de acuerdo con el título de mi conferencia más popular "El arte de pensar", si el pensar es un arte, el enseñar para pensar también es un arte.

. No todos podemos ser grandes artistas, pero si podemos mejorar nuestro desempeño, si nos gusta enseñar y trabajamos duro para encontrar los mejores procedimientos para que nuestros estudiantes aprendan. Hay quien dice [3] que hacer ciencia tiene mucho parecido con la música la literatura y el arte, debemos reconocer que la práctica del científico es simultáneamente un arte y una artesanía. "Doing science has much similarity with the realms of music, literature and art- we should recognize that the practice of being a scientist is both an art and a craft".

Generalmente, el contenido informativo de un tema es un pretexto para la enseñanza de los objetivos formativos o implícitos. Polanyi [4] habla de conocimiento explícito y tácito; el conocimiento explícito es articulado y asimilado en teorías formadas conscientemente mientras que el tácito o implícito nunca se articula conscientemente. Al enseñar, el decidir cuando deducir o inducir es parte del conocimiento implícito, y se transmite mediante el ejemplo.

Medawar [5] dice que la creatividad quizá no puede aprenderse, pero ciertamente puede ser estimulada. "Creativity cannot be learned perhaps, but it can certainly be encouraged and abetted". De manera que lo mejor que podemos esperar es crear las condiciones óptimas para que los estudiantes piensen creativamente. Uno de los caminos para lograr esto, es preguntarles un problema relevante como trabajo práctico.

Dubin y Taveggia estudiaron diferentes estrategias de enseñanza mencionadas en cerca de cien estudios publicados a lo largo de 40 años. Encontraron que si el aprendizaje se mide con el examen final, no hay diferencias medibles en la efectividad de los diferentes métodos de enseñanza. Los métodos incluyen: conferencias, clases, tutores, discusiones, estudios independientes supervisados o no, o alguna combinación [7]. Friedman [8] dice que hay mejoría en el examen final cuando el profesor cree en la efectividad de los nuevos métodos. Infortunadamente, la mayoría de los exámenes finales preguntan solamente los objetivos informativos, cuando es el profesor el que puede apreciar los cambios en el proceso de razonamiento, si tiene suficiente interacción con el estudiante. Aunque esta evaluación es subjetiva, el estudiante y el profesor sienten haber logrado

algo cuando un tema se entiende. En todo caso, el profesor necesita sentir que está usando los mejores procedimientos que conoce.

9.- ¿Pensar es un Arte?

Generalmente se piensa que el trabajo científico es un trabajo muy difícil, y reservado a mentes excepcionales. La manera como se enseña la Física, la Química y las Matemáticas contribuye a que los niños las aborrezcan. Pero a lo largo de los siglos, las ciencias han sido cultivadas por el placer que proporcionan. Conviene entonces que compartamos el sentimiento de que entender el porqué de las cosas es placentero, con el resto de la sociedad en que vivimos. Espero demostrar que pensar es un arte, y esa es la principal motivación del trabajo científico, si es que al placer puede llamarse trabajo.

Las actividades artísticas reconocidas incluyen a: la música, la pintura, la poesía, la danza, el teatro, la literatura, el cine, la escultura, etc. ¿Como se puede reconocer las actividades artísticas de las que no lo son? Podemos acudir al Diccionario de la Real Academia Española 1984, que define Arte como: “Virtud, disposición e industria para hacer alguna cosa”// “Acto o facultad mediante los cuales, valiéndose de la materia, de la imagen o del sonido, imita o expresa el hombre lo material o lo inmaterial, y crea copiando o fantaseando”. Consultando la Lexipedia de la Enciclopedia Británica 1994-1995 encontramos: “Poder, eficiencia y habilidad para hacer alguna cosa”// “Todo lo que se hace por industria y habilidad del hombre”// “Conjunto de reglas para hacer bien alguna cosa.” Con estas definiciones es difícil separar las actividades humanas en artísticas o no. Los físicos acudimos mucho a lo que llamamos definiciones operacionales, o a buscar características comunes.

Operacionalmente las actividades artísticas son muy diferentes pero tienen tres características en común: el placer que siente el artista al trabajar en su arte, el placer que siente el auditorio que observa el resultado de su trabajo y la gran variedad de aptitudes en los artistas. El pensar tiene también estas propiedades: el pensar causa placer en quien lo realiza, por eso jugamos ajedrez, hacemos crucigramas o hacemos trabajo científico; es transmisible, un estudiante siente placer cuando entiende algo, le brillan los ojos, etc.; y diferentes personas interpretan diferentes resultados de los mismos datos experimentales.

Un conferencista o profesor es un artista actuando ante su público, tratando de diseminar el placer de entender el porque de las cosas.

En sus inicios todas las ciencias comenzaron como pasatiempos agradables, algunas personas consideran el trabajar en alguna ciencia como algo difícil pero en realidad es un placer para quien tiene vocación para realizarlo. Es este aspecto el que conviene difundir para que se entienda que la ciencia es parte de la cultura del hombre moderno. Esto es particularmente importante para la formación de los niños y jóvenes que tratan de encontrar su vocación. Pero debemos tomar en cuenta que lo que un adulto entiende por entender es diferente de lo que piensa un niño, por ejemplo, cuando un adulto observa una hélice girando en el extremo de un palito explica el giro en términos de vibraciones y fases en las ondas; cuando un niño observa el mismo fenómeno y pregunta el porqué lo que en realidad quiere entender es que tengo que hacer para que la hélice también gire conmigo.

Operacionalmente se presentan algunas demostraciones para crear un ambiente propicio a que los espectadores puedan entender de lo que observan, si entienden solos la demostración, sentirán el placer de pensar. Más adelante, si quedan dudas, se explicará la demostración, para evitar el desasosiego asociado a no entender algo

Demostraciones:

Palito con hélice.- Consiste en un palito largo (25x1x1 cm) con ranuras uniformemente espaciadas, con una hélice en el extremo. La hélice tiene un agujero en el centro de masa, ligeramente mayor que el clavo que la atraviesa, para que pueda girar con poca fricción. Al golpear las ranuras con un lápiz y con el ritmo adecuado, la hélice en el extremo gira en un sentido o el contrario. El lápiz se agarra de modo que el dedo índice y el dedo pulgar queden a cada lado del palito golpeado. El sentido se controla con la fricción del dedo rozando uno u otro lado del palito. Al golpear las ranuras se producen ondas mecánicas, horizontales y verticales, que mueven el clavo en el extremo. Por fricción, podemos cambiar ligeramente la frecuencia de una u otra componente, logrando el equivalente a un cambio en la fase para lograr ondas circularmente polarizadas en el

movimiento del clavo. Un físico requiere de esta última frase, un niño solo quiere saber como colocar los dedos para lograr el efecto; y ambos le llaman entender.

Tubo corrugado giratorio.- Venden como juguete un tubo de plástico corrugado interiormente, con una longitud alrededor de 75 cm y un diámetro exterior cercano a 30 mm. Al hacerlo girar agarrado de un extremo, el aire es aspirado por el centro y expulsado en el extremo giratorio, por falta de fuerza centrípeta sobre las moléculas del aire. El aire fluye de modo turbulento, chocando con las corrugaciones se crea una frecuencia que cuando entra en resonancia a las frecuencias de resonancia de un tubo abierto por ambos extremos, emite el tono característico. Se observan tres o cuatro tonos distintos dependiendo de la frecuencia de giro. Se demuestra que el sonido viene del aire fluyendo haciendo desaparecer el sonido tapando con la mano el extremo agarrado. Se consigue tubo corrugado semejante en las casas que venden artículos eléctricos y funciona igualmente bien. Colocando un extremo del tubo en el exterior de un coche en movimiento, con la punta paralela al coche, se produce el sonido que cambia según la velocidad del coche, o sea, sirve como velocímetro. Existen popotes corrugados, usados para las leches malteadas, en los que se logra el mismo efecto soplando con la boca.

Pulso de aire.- Con un bote grande de leche en polvo se hace el pulso de aire. Al bote se le hace un agujero circular concéntrico en el fondo, con un diámetro cercano a 20 mm y se coloca una membrana elástica en el extremo abierto (globo o tela de guante). Jalando y soltando la membrana elástica se produce un aro de aire capaz de apagar una vela a varios metros. Permite mostrar la diferencia entre velocidad del pulso y velocidad del sonido, ya que el sonido producido al emitir el pulso llega a todos los espectadores antes de que la vela se apague. Pueden verse los aros en el aire llenando con humo el bote, antes de emitir el pulso.

Imágenes en el aire.- Se requiere un proyector de transparencias y una transparencia que tenga mucho contraste, suelo usar el retrato de una chica guapa que digo es mi prima. Se coloca el proyector como si la pantalla estuviera en el fondo del salón, arriba de las cabezas de los espectadores. Enfocando la transparencia a un metro del proyector, un estambre blanco girando a esa distancia sirve como pantalla, y se observa la figura como un fantasma flotando en el aire. La persistencia de las imágenes en el ojo, hace que la

imagen se vea completa. La figura puede verse por atrás o por delante del estambre girando. La televisión forma sus imágenes mediante líneas horizontales

En una conferencia completa se presentan cerca de 20 demostraciones diferentes, preguntando después de la misma, si la entendieron y si les causo placer el entender. La respuesta suele ser positiva, mostrando esta característica en común con las artes. Si al cabo de un cierto tiempo, el espectador no entiende lo que está pasando, conviene explicar la situación. Es muy molesto quedarse sin entender y de todos modos es placentero entender una explicación.

Si el trabajo científico es un arte tiene dos consecuencias profundas: en su evaluación, pierde sentido el sistema de dar puntitos por el número de artículos o de citas; y en su enseñanza, enseñar un arte es muy diferente de formar artesanos. El aprender lo que a uno le interesa no cuesta trabajo, y el reprobar a alguien por no tener aptitudes artísticas es injusto.

10.- ¿Cómo se define un plan de estudios?

Normalmente, la especificación de un programa de estudios se encomienda a Consejos Técnicos, los que al actuar como cuerpos colegiados determinan las especificaciones de los diferentes cursos. Conforme pasan los años los cursos son obsoletos; por lo que resulta necesario su modificación periódica. Aceptando los programas vigentes, el profesor decide como impartir su clase, utilizando los recursos disponibles.

Si algún país hubiere encontrado el mejor plan de estudios, ya se hubiera propagado a todos los demás; de hecho los programas en Física son sumamente parecidos entre sí en todos los países del mundo, independientemente de su organización social. Aunque los problemas del mundo real son interdisciplinarios, la tradición ha hecho que los planes de estudio se estructuren por asignaturas, tanto por motivos pedagógicos de sistematización del razonamiento como por la imposibilidad de encontrar maestros expertos en todas las áreas del saber. Aceptando como realidad los planes de estudio por asignaturas consideremos sus implicaciones sobre un curso particular.

En los programas de estudio por asignatura se suele enumerar grandes cantidades de conocimientos con la esperanza, casi nunca justificada, de que el estudiante no sólo los aprenda, sino que desarrolle al mismo tiempo las habilidades necesarias para aplicarlos algún día. Algunos planes de estudio insisten mucho en la enseñanza por "objetivos", tratando de llegar más allá de la información implícita en una enumeración de temas; para recalcar el papel formativo del proceso enseñanza-aprendizaje. En otras palabras, para la descripción de un curso se requiere el conjunto de conocimientos (información) que se desea transmitir, y el conjunto de habilidades y método (formación) que el estudiante debe aprender, así como métodos de evaluación congruentes con los objetivos propuestos. El determinar como evaluar el aprendizaje de un tema, nos indica como enseñarlo.

11.- ¿Como distribuye las horas asignadas a su curso, a los diversos temas del programa?

Es conveniente hacer un cuadro sinóptico con los temas a tratar y los objetivos formativos implícitos o métodos, para repartir el tiempo disponible de acuerdo a la importancia de los diferentes temas. La evaluación del aprendizaje y el uso de diferentes recursos didácticos influyen en el uso del tiempo, por lo que es necesario tomarlos en cuenta. Si no distribuimos el tiempo disponible entre los temas, es posible que no se vean los últimos por falta de tiempo. Si el tiempo no alcanza es mejor eliminar los temas que el profesor considere menos importantes.

Horas	Temas	Métodos ..	Recursos	Evaluación
4	Capítulo 1	Deducir	Pizarrón	Exámenes
6	Capítulo 2	Inducir	Discusión	opción múltiple
		álgebra	Seminarios	problemas
		trigonometría	Demostraciones	Ensayos
		derivadas	Experimentos	Reportes
		integrales	Exp. Colectivos	Examen Oral
		cal. Numérico	Ejercicios	Tareas
		gráficas	Películas	Examen Final
		estadística	Revistas	

instrumentos

4	Fuerzas	Vectores	Dinamómetros	Tarea
---	---------	----------	--------------	-------

Fig. 1.- Planeación de un curso en el que se combinan conocimientos, métodos, evaluación, recursos y tiempo disponible.

12.- Construya la tabla de la figura 1, para su curso.

13.- Escoja un tema de su programa y escriba la evaluación más conveniente, de acuerdo con sus objetivos.

El escribir la evaluación deseada antes de impartir la clase correspondiente ayuda al profesor a decidir las mejores estrategias de enseñanza. El como vaya a usar, el estudiante, sus conocimientos define lo que requiere saber. Las evaluaciones más usadas son: preguntas de respuesta múltiple, preguntas de respuesta abierta y problemas experimentales.

14.- Si tuviera todas las preguntas sobre un tema, ¿puedo usarlas para preparar mi clase?

Si se tienen todas las preguntas sobre un tema, se tiene la simiente del método Socrático. Colocándolas en el orden cronológico adecuado, se puede guiar el aprendizaje de los estudiantes. Para la exposición de un tema, puede darse una breve introducción que sirva como marco de referencia, para poder plantear la primera pregunta. Cuando lo hice de manera oral, hubo problemas de respuestas tan malas que avergonzaban al estudiante y el tiempo usado era muy grande. De esta manera se averiguan los conocimientos previos estudiantiles, pero no queda tiempo suficiente para cambiarlos. Actualmente, pido que

todos escriban su respuesta en su cuaderno, y paseando entre las filas leo las suficientes para darme una idea de los conocimientos previos. De esta manera puedo dar la explicación más adecuada, y se captan mejor las explicaciones porque el estudiante trató de obtener la respuesta y aprecia el origen de sus dificultades. No menciono nombres para no avergonzar a nadie, y el tiempo rinde mas, ya que encuentro más preconceptos en menos tiempo quedando mas tiempo para explicar.

Otra ventaja es que para un examen se junta el material de cerca de 70 preguntas, de las cuales pongo en el examen 5. El porcentaje de aprobados no ha cambiado sensiblemente, pero si la distribución de calificaciones. En lugar de la gaussiana con centro en 5, aparecen una curva bimodal con dos máximos, uno en 9 y el otro en 3. Lo que ha mejorado notablemente es la relación con los estudiantes, aparentemente el que conozcan todas las preguntas los convence de que si reprueban es por culpa de ellos y no mala fe del profesor.

Una ventaja adicional de contar con un conjunto completo de preguntas es que fácilmente se convierten en notas de clase, y con el tiempo puede salir un libro interesante para otros profesores..

Comentario sobre las clases de Teoría y Laboratorio

Suponiendo que logramos definir los objetivos formativos e informativos de un cierto tema, y su evaluación, todavía queda el problema de planear la estrategia de su aprendizaje, de manera que el estudiante no sólo capte la información, sino que le permita aprender las técnicas y métodos usados en Física. Para esto sirve la tabla como la de la Fig. 1, en la que para cada tema del curso se hacen explícitos los métodos de trabajo y evaluación, así como los recursos y tiempo disponibles. Para hacer esta planeación didáctica se requiere un profesor versátil, capaz de pasar de la mención de conocimientos, a inducir o deducir a partir de ellos, de hacer demostraciones, diseñar experimentos, realizarlos e interpretarlos, organizar grupos de trabajo, etc. Esta es la manera más completa de impartir un curso de Física, aunque no es fácil pasar de la teoría al experimento o viceversa. Esto ocasiona que en algunos casos, se recurra a la división de las clases en Teoría y Laboratorio, y a la especialización correspondiente por parte de los

profesores, lo que hace necesario repartir entre las clases de Teoría y Laboratorio los objetivos informativos y formativos del curso, tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada tipo de clase.

15.- Describa las ventajas y desventajas de la clase en el Aula.

El salón de clases se presta para comunicar una gran cantidad de información en poco tiempo, algunos temas se pueden inducir a partir de demostraciones cualitativas, películas o videos. La deducción de las consecuencias de las leyes básicas es su campo de acción. Si se cuenta con datos experimentales se puede hacer su interpretación. Pero le faltan las cualidades del laboratorio, aunque el uso de la computadora para simular experimentos aminora este defecto.

Goodwin [9] hace una excelente defensa de los métodos usados en las clases tradicionales, basadas en el uso del pizarrón, y que han funcionado a lo largo de varios cientos de años.

16.- Describa las ventajas y desventajas del laboratorio.

El trabajo en el laboratorio se presta para la demostración cuantitativa de fenómenos, familiarizarse con instrumentos, enseña el manejo de datos experimentales, aclara conceptos, verifica leyes o las induce y es por lo tanto el lugar ideal para aprender a utilizar sus conocimientos en situaciones reales.

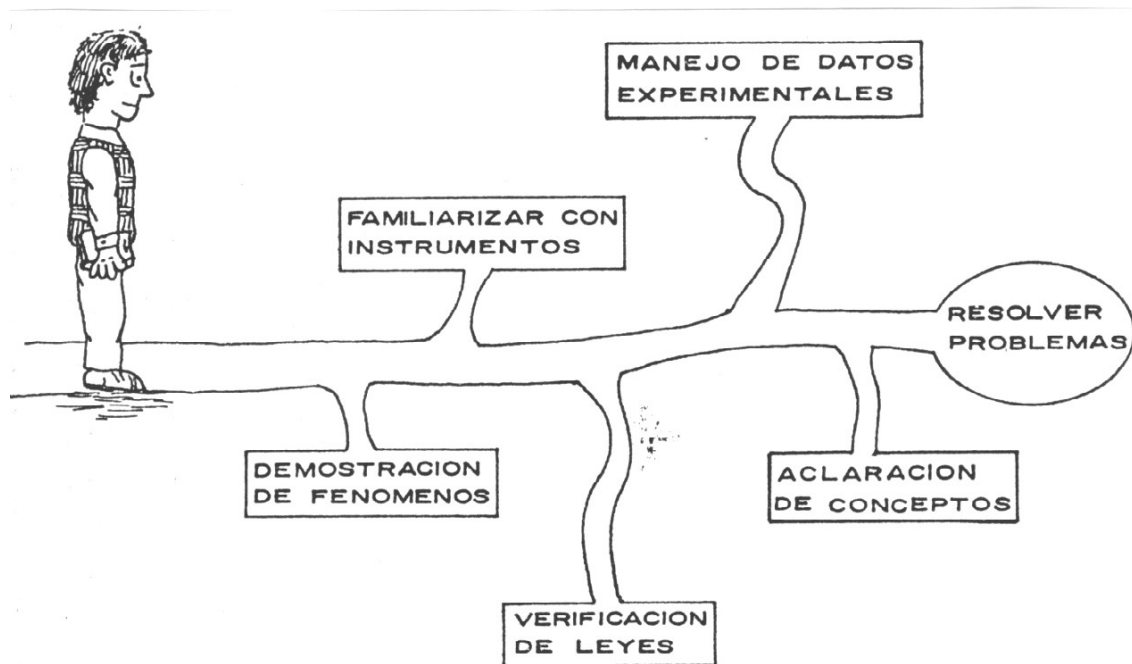


Fig.2.- El trabajo en el laboratorio puede tener varios fines.

No obstante estas cualidades, las clases de laboratorio son raramente aprovechadas, pues en varias instituciones los cursos de Física Experimental se limitan a la ejecución de prácticas improvisadas, que apenas llegan al nivel de experimentos de demostración cualitativa, o bien se adoptan "métodos" como el de proporcionar al estudiante un recetario con los pasos que debe ejecutar aún sin entender por qué y sin saber adonde le conducirán finalmente.

Otro error que se comete frecuentemente es el considerar al laboratorio solamente como un apoyo didáctico de las clases teóricas, tal concepción, además de olvidar que la Física es una ciencia fundamentalmente experimental, también desaprovecha las cualidades antes mencionadas y sobre todo, aquella sobre la cual queremos hacer más énfasis aquí: la del desarrollo de la capacidad de aplicar sus conocimientos para entender lo que pasa en el mundo que lo rodea.

Existen también intentos de basar en el laboratorio las clases de teoría, tratando de obtener del experimento los conocimientos básicos de un curso completo de Física,

pero esto da como resultado un proceso de aprendizaje sumamente lento. Además como es fácil que al menos algún estudiante del grupo tenga una idea previa de lo que se quiere obtener, se tiene el inconveniente de que así se falsea el proceso de inducción asociado al experimento. Podríamos añadir, que la obtención de las leyes de la Física a partir de experimentos suele ser una labor que deja insatisfecho al alumno, ya que son pocos los experimentos que con el equipo y el tiempo disponibles permiten una inducción clara y directa de la ley en cuestión. Por este motivo aparece una cruz en la figura 2, en la verificación de leyes.

Así como el laboratorio es muy lento para transmitir información, a cambio facilita plantear problemas que le permitan al estudiante aplicar sus conocimientos sobre la naturaleza, entrenándose en la aplicación del método científico.

17.- Describa el papel de las demostraciones en el Aula.

Las demostraciones se usan para inducir el razonamiento acerca de que esta pasando y por qué, o para ayudar en el planteamiento de problemas [10]. Dejando que los estudiantes cambien las condiciones de operación la pueden convertir en experimento colectivo. Esto deja al estudiante el manejo de datos y su interpretación.

Las demostraciones pueden ser cualitativas o cuantitativas, realizadas por el profesor o por los estudiantes [11].

El propósito de una demostración es resaltar un concepto físico y/o dejar en los estudiantes una impresión, tan memorable como sea posible, de cómo opera determinado principio físico que se usa para explicar el fenómeno observado. Una demostración no debe ser considerada como un sustituto de un experimento, el cual tiene objetivos bien definidos y debe realizarse cuidadosamente en el laboratorio.

Los experimentos de demostración son necesarios para hacer ver a los estudiantes que la Física es una ciencia natural, y que cada teoría debe finalmente basarse en las respuestas que la naturaleza proporciona a las preguntas formuladas adecuadamente a través de los experimentos.

Algunas de las ventajas que se obtienen con las demostraciones en el salón de clases son las siguientes:

1. Comunicación

Se establece una comunicación entre el profesor y los alumnos cuando, antes de hacer la demostración, se pregunta "¿qué suponen ustedes que suceda si...?" La demostración que seguir a tal pregunta debe ser clara y concisa para que el alumno pueda encontrar la respuesta.

2. Ilustración de Conceptos

Existe la tendencia de usar principalmente demostraciones cualitativas, simples y de poca duración, de tal manera que se ilustre un concepto físico bien definido.

3. Motivación

Una demostración sirve de motivación para estudiar un fenómeno. También sirve de ejemplo para que el alumno se vea tentado a diseñar o idear demostraciones con equipo y material lo más sencillo posible o de fácil adquisición. El alumno se da cuenta que con equipo casero puede realizar experimentos.

Los problemas que presentan las demostraciones están asociados a la dificultad de conseguir los elementos necesarios, y a la necesidad de ensayarlas (en privado) varias veces hasta captar todas sus sutilezas. Todos recordamos alguna demostración fallida, y los apuros que pasamos.

Mencionaremos ahora tres ejemplos de demostraciones que tienen las características señaladas.

i) Romper hilo arriba o abajo

Esta demostración ilustra el concepto de inercia.

El dispositivo consiste de un soporte resistente, un objeto pesado (por ejemplo, una plancha) y dos pedazos de estambre. Se amarran los estambres en puntos opuestos de la plancha, y se cuelga del soporte por medio de uno de los estambres.

Si se jala, fuerte y rápido, el estambre inferior, éste se rompe. Si se jala, fuerte y lento, se rompe el estambre superior. En el primer caso la inercia del objeto pesado hizo que la tensión en el estambre inferior creciera más aprisa que en el superior. Al jalar lentamente, la tensión con el alambre superior es mayor, debido al peso del objeto, que la del inferior.

Conviene colocar un cojín debajo del dispositivo para evitar daños a la superficie de la mesa y a la plancha. El estambre debe ser lo suficientemente débil como para partirse jalándolo con los dedos, pero lo suficientemente fuerte para soportar a la plancha.

ii) Aplastar una lata

Se demuestra la existencia de la presión atmosférica, utilizándola para aplastar una lata metálica.

El dispositivo consiste de una parrilla eléctrica, una lata metálica con tapón y un poco de agua. Se coloca la lata con un poco de agua en la parrilla encendida, al hervir el agua comenzará a escapar el vapor, y el vapor arrastrará consigo el aire del recipiente. Si cuando está hirviendo se apaga la parrilla y se tapa la lata, tendremos una lata llena de vapor de agua. Al enfriarse la lata, el vapor se condensará reduciendo la presión interna; bajo la acción de la presión atmosférica externa la lata se aplastará. Se puede acelerar el aplastamiento enfriando con agua al exterior de la lata. Se debe apagar la parrilla antes de tapar, para evitar la explosión que se produciría si se tapa la lata y se sigue calentando.

iii) Constancia del impulso angular.-

Con una rueda de bicicleta girando, el estudiante puede sentir los esfuerzos que hace la rueda para no cambiar la orientación del eje de giro. Se le puede trasladar fácilmente, siempre y cuando no se cambie la orientación espacial de su eje; pero se opone a los intentos de cambio de orientación del eje de giro.

18.- Describa el papel de los experimentos.

La Fig. 3 muestra un esquema simplificado de los pasos a seguir para la solución de un problema[12]. Se empieza por plantear una pregunta cuya solución sea de interés. Enseguida, mediante la aplicación de las leyes físicas se formula una hipótesis en la que se trata de identificar los efectos más importantes que intervienen en el fenómeno dado y mediante un proceso deductivo se hace una predicción sobre cuáles son las variables relevantes al problema, y cuál es la relación matemática entre ellos, a dicha predicción se le llama generalmente, modelo. Si esta última parte no es factible, al menos quedará claro

que variables pueden quedar unidas por una relación empírica cuya forma exacta después se buscará. Sabiendo que medir, se puede planear y ejecutar un experimento que permita verificar la predicción hecha, o en su caso, encontrar la relación empírica buscada. Para tal efecto, es necesario que los valores experimentales se encuentran al nivel de precisión requerido por la planeación hecha.

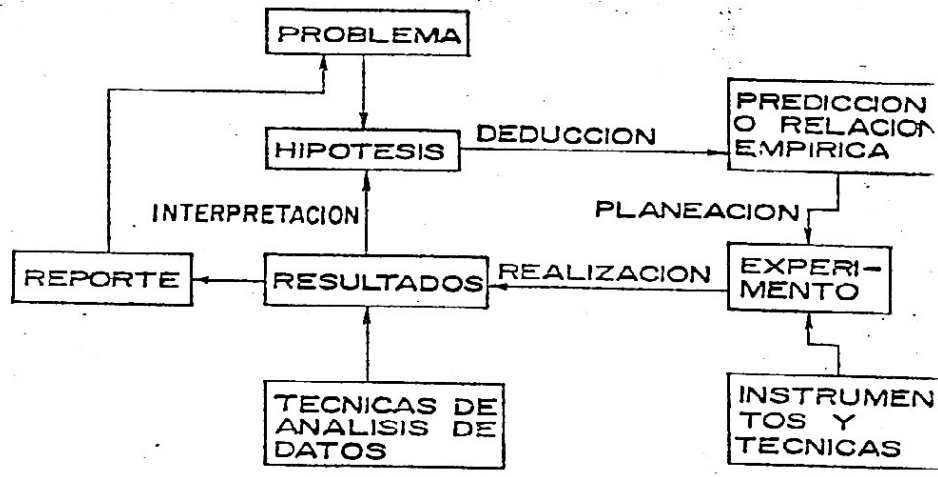


Fig.3.- Método experimental aplicado a la resolución de problemas.

El siguiente paso es analizar los datos obtenidos del experimento, interpretar los resultados de ese análisis y llegar a conclusiones sobre la validez de las hipótesis hechas, la calidad del experimento etc. Una vez realizado esto, será posible decidir si se ha resuelto el problema planteado inicialmente y en qué medida las hipótesis iniciales son las adecuadas para describir al fenómeno observado. En este paso, puede incluso llegarse a la conclusión de que el problema planteado al inicio no tiene sentido, y que entonces debe ser replanteado. También es común, que las hipótesis iniciales deban modificarse para introducir factores que no se habían incluido teóricamente y cuya influencia se sospecha pueda ser importante. Finalmente, en caso de que el problema se considere satisfactoriamente resuelto, se procederá a escribir un informe en el que se comuniquen los resultados en forma clara.

El diagrama anterior es simplista porque presenta la forma de una secuencia de pasos, casi independiente, siendo que en el proceso real cada una de esas partes está relacionada con todas las demás y, por lo tanto, nuestro diagrama debería parecerse más a un rompecabezas (Fig. 4). Así, por ejemplo, el tipo de consecuencias que se puedan extraer de los datos, puede modificar el procedimiento experimental; o bien la estimación de la incertidumbre de un cierto equipo, puede hacer que se deseche su uso, o aún más, una experiencia cualitativa previa, puede demostrar que la hipótesis original no funciona, etc. No obstante esto, el diagrama tiene la ventaja de ser lo suficientemente sencillo como para que podamos, a partir de él, plantear los objetivos de un curso de Física experimental. Es decir, para que después de ese curso, un estudiante sea capaz de resolver problemas.

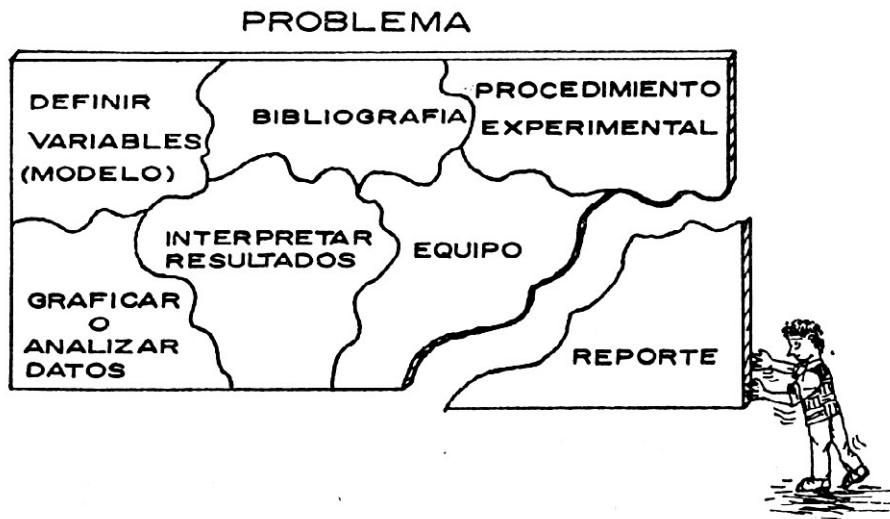


Fig.4.- El resolver un problema se parece a un rompecabezas en que las diferentes etapas están interrelacionadas.

Para lograr resolver problemas aún a nivel elemental se necesita:

1. Saber plantear un problema, identificando el modelo y sus hipótesis, o al menos, las variables cuya medición es importante.
2. Saber consultar los manuales.
3. Proponer un procedimiento experimental que conduzca a la respuesta.

4. Elegir el equipo adecuado de medición para lo cual es necesario conocer las características de los instrumentos.
5. Graficar, tabular y combinar los datos que lo requieran.
6. Interpretar los resultados en términos de los postulados originales.
7. Redactar un informe claro y conciso de los resultados obtenidos, o sea dar la respuesta al problema planteado inicialmente.

Es claro, que los problemas que un estudiante de enseñanza superior puede aprender a resolver, no tienen la complejidad de aquellos a los que se enfrentará más adelante. Sin embargo si se considera que el análisis cuidadoso de un problema complicado nos conduce a la separación de éste, en un conjunto (que puede ser numeroso) de problemas sencillos; proporcionando al estudiante el entrenamiento mencionado, lo estamos preparando para que participe, posteriormente, en la solución de problemas mucho más complejos.

De acuerdo con lo anterior, lo que se necesita para estimular el aprendizaje del método científico es encontrar un conjunto de problemas que se puedan resolver con los conocimientos que tiene el estudiante, relacionados con los temas que está llevando en la parte teórica de la clase, en los que utilice los aparatos y técnicas experimentales que interesa que aprenda. Además hace falta que el estudiante los considere relevantes, para lograr motivar su interés. Estos requisitos, que parecen triviales, son extremadamente difíciles de cumplir, por lo que se siguen buscando problemas que los satisfagan.

Aunque generalmente los experimentos se usan para deducir las leyes de la Física, esto es poco satisfactorio debido a múltiples problemas. Pero usados como preguntas a la Naturaleza, para resolver problemas, permite apreciar la capacidad de razonamiento de los estudiantes [12].

A manera de ejemplo en seguida se describe un experimento relacionada con el concepto de densidad, entendiendo por experimento un pequeño problema en el que el estudiante se ejercite en el uso del método científico. Al principio sólo en algunos pasos, para que en los últimos experimentos el resuelva solo su problema. Una posible presentación para el estudiante sería la siguiente:

19.-¿Determine la composición (por ciento en peso) de una aleación binaria conocida mediante la medida de su densidad [13]?

Objetivos mediatos:

1. Libertad para elegir el procedimiento que considere más adecuado.
2. Es necesario aplicar de la teoría de errores, la propagación de incertidumbres y subrayar la importancia de determinar la incertidumbre en las medidas.

Ideas generales:

La aleación puede ser un anillo u objeto de oro comercial (generalmente Cu-Au) o pedir una aleación conocida en el laboratorio (Pb-Sn). Para determinar su densidad es necesario medir su masa y volumen ($r = m/v$).

Una vez elegido qué se va a usar, de acuerdo al procedimiento escogido (siendo diferentes las posibilidades para medir la densidad), se deberá evaluar la incertidumbre final en la densidad.

Sugerencias. Es conveniente saber:

1. De qué aparatos dispone para medir la masa y el volumen.
2. Con qué precisión puede medir la masa y el volumen.
3. La diferencia entre medir la concentración como una relación de volúmenes o de masa.
4. ¿Es aceptable la suposición de que la densidad (o su recíproco) es una función lineal de la concentración de la aleación?

En este experimento el problema consiste en determinar la concentración de cada uno de los metales que forman una aleación binaria, a través de la medida de su densidad. El estudiante está en libertad de elegir el procedimiento que considere más adecuado para medir la densidad de la aleación. Además, se convence de la importancia que tiene la incertidumbre, la cual calcula tanto para la densidad como para concentración encontrada. Una aleación binaria fácil de conseguir es soldadura sin fundente (plomo-estaño).

Respuesta:

Para encontrar la relación entre la densidad de la aleación y las densidades de los metales componentes es necesario hacer una hipótesis acerca del volumen de la aleación. Una buena suposición es que el volumen de la aleación es igual a la suma de los volúmenes de sus componentes. La densidad ρ de la aleación es

$$\rho = (m_1+m_2)/(V_1+V_2)$$

y para cada componente

$$\rho_1 = m_1/V_1 ; \rho_2 = m_2/V_2$$

Para aleaciones se acostumbra expresar la concentración en fracción de masa. La composición o fracción de masa se define como:

$$X_1 = m_1/(m_1+m_2) ; X_2 = m_2/(m_1+m_2)$$

tal que $X_1 + X_2 = 1$.

Eliminando el volumen, el recíproco de la densidad puede escribirse como:

$$1/\rho = (V_1 + V_2)/(m_1 + m_2) = 1/\rho_2 + (1/\rho_1 - 1/\rho_2) X_1$$

De esta ecuación se calcula la concentración y su incertidumbre, el método más sencillo es construir la gráfica de la ecuación anterior, en la cual puede medirse la concentración si se conoce el recíproco de la densidad, como se muestra en la figura (5).

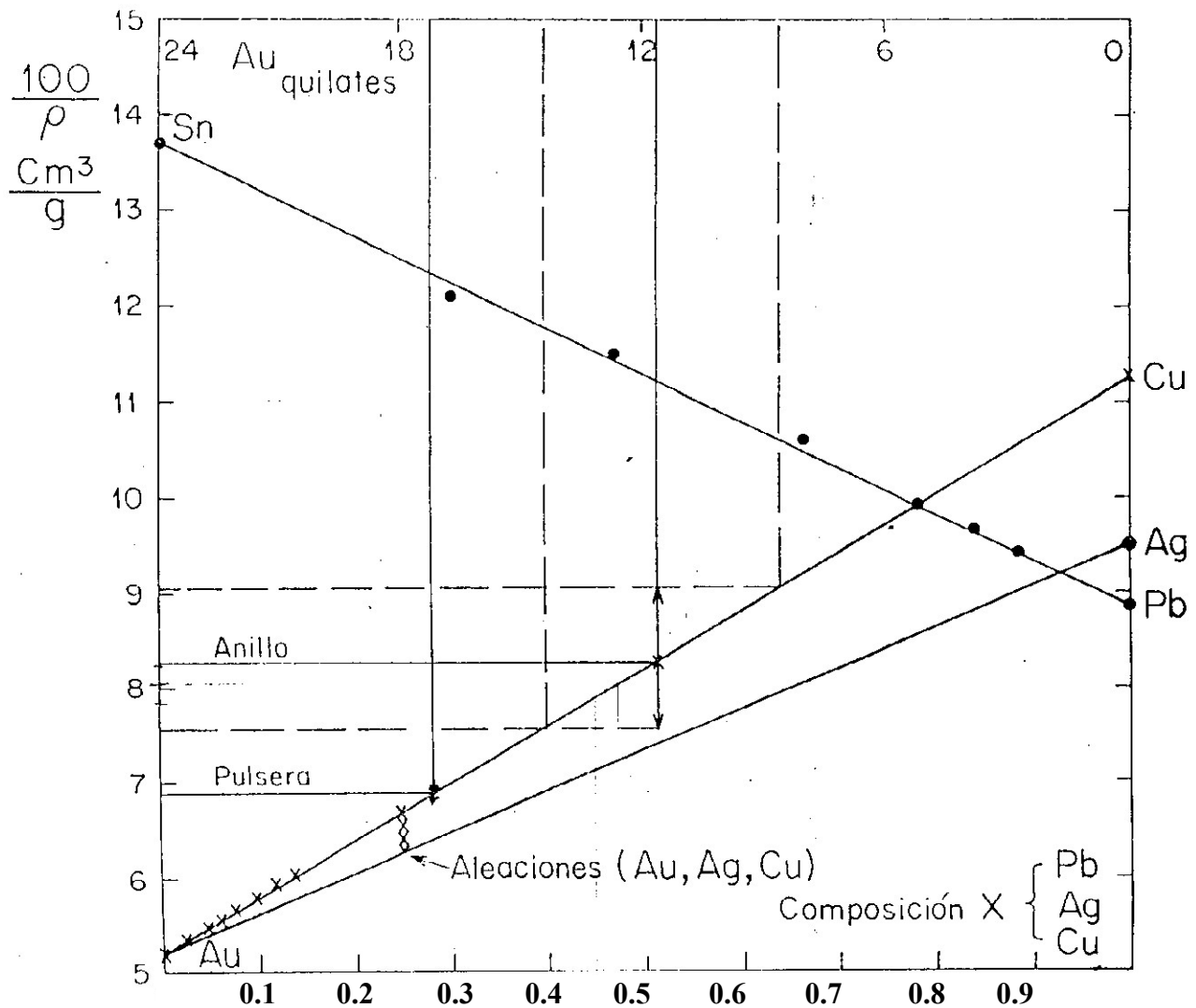


Fig.5.- Recíproco de la densidad para algunas aleaciones binarias.

Se obtienen excelentes resultados determinando el volumen a través del principio de Arquímedes, y usando una balanza con sensibilidad de 0.01 g o más sensible.

Dependiendo del interés de los alumnos la solución a este problema puede limitarse a calcular la concentración, o bien se puede profundizar más en el tema y realizar una investigación sobre si los volúmenes son realmente aditivos; ésto se puede hacer experimentalmente o consultando en algún manual los valores de las densidades de aleaciones binarias de concentraciones conocidas, y comparar con lo que predice la

ecuación anterior. En la figura (5) se presentan los datos encontrados en diferentes manuales y rectas trazadas con la ecuación anterior; esta gráfica, indica que para las aleaciones mostradas en una buena suposición considerar que los volúmenes son aditivos. Al consultar la bibliografía, el estudiante averigua una posible forma en que Arquímedes resolvió el problema de la corona del rey Hero.

19.- Describa el papel de la computadora en la enseñanza.

Actualmente la computadora ocupa un lugar central en el aula y en el laboratorio. En el trabajo de todo profesionista aparece cotidianamente, de manera que enseñar sin ella es una enseñanza atrasada. En el salón de clase permite mostrar la solución de algunas ecuaciones y la interpretación de los datos obtenidos en las actividades experimentales.

La computadora, con una tarjeta de adquisición de datos, se convierte en equipo de medida versátil. Estas tarjetas miden tiempo y voltajes en varios puntos casi simultáneamente. Con ayuda de los transductores adecuados puede medirse: posiciones, temperaturas, presiones, etc. ya que existen transductores para la mayoría de las variables de interés experimental. Generalmente esta solución es más barata que la compra de los equipos convencionales equivalentes; y permite cambiar las características del sistema por medio del programa correspondiente.

20.- Diseñe demostraciones o experimentos para el tema que escogió para evaluar.

Escoger un tema y prepararlo desde la evaluación hasta el uso de los recursos disponibles, incluyendo fotografía, vídeo y uso de computadoras. En caso de incluir experimentos o demostraciones, diseñarlos y probar que se pueden realizar en las condiciones reales de trabajo del profesor. En caso de tener dificultades en la planeación de experimentos, se puede complementar el curso con actividades de tipo experimental.

De terminar la preparación de un tema, y si el tiempo de las sesiones de trabajo lo permite, continuar con otro. La idea básica del curso es que el profesor aplique con el tiempo, este tipo de preparación en todos los temas de su curso.

Generalmente, varios profesores escogen desarrollar el mismo tema, lo que permite formar pequeños grupos de trabajo, y escoger alguno como tema del día.

Sesiones de trabajo.

Descripción de una sesión de trabajo.

En la primera sesión se expone la parte teórica del taller, con algunas demostraciones para romper el hielo. Las sesiones siguientes comienzan por la realización y discusión en común de algunas demostraciones relacionadas con el tema del día; para después repartirse en equipos de dos o tres personas y trabajar en el desarrollo de los temas escogidos por cada participante. Si el tema requiere experimentos o demostraciones deben diseñarse y realizarse. Se espera que después de realizado el experimento correspondiente se le juzgue de acuerdo a los criterios mencionados en la primera sesión; y se decida si podría utilizarse en el salón de clases.

Sugerencias para experimentos y demostraciones.

Las prácticas mencionadas son ejemplos de preguntas que se pueden resolver, pero con el mismo equipo es posible plantear muchas otras que requieren procedimientos e interpretaciones distintas. Se puede inclusive proponer alguna otra en la que se tenga un interés personal; siempre y cuando se realice y juzgue si podría utilizarse con los estudiantes.

Se espera de cada grupo de trabajo un breve reporte de los resultados obtenidos y su interpretación. Si los resultados son favorables se debe incluir un instructivo para el estudiante.

Experimentos de Mecánica

1. Predecir el movimiento del centro de masas de un sistema formado por dos carritos unidos por un resorte. Inicialmente se comprime el sistema contra uno de los extremos del riel de aire.

Objetivo mediato: Concepto de centro de masa con movimiento uniforme. Familiarizarse con el uso del riel de aire y aplicar la conservación del ímpetu.

Equipo: Riel de aire, 2 carros, resorte, regla y cronómetro.

2. Determinar el movimiento de una gota en caída libre. Estudiar el movimiento horizontal y vertical de una gota en caída libre.

Objetivo mediato: Independencia de Movimientos. Familiarizarse con el estroboscopio y aplicar la 2a. ley de Newton.

Equipo: Bocina, bote, mangueras, transformador y estroboscopio.

3. Problema. Determinar la aceleración de la gravedad, con la máxima precisión posible, de acuerdo con el procedimiento de medida.

Objetivo mediato. Aprender lo valioso de la propagación de incertidumbres en el diseño de un experimento.

Equipo: El de los chorrillos o péndulo, regla y cronómetro.

Experimentos de Calor, Ondas y Fluidos

1. Determinar la cantidad de calor por cm^2 , que recibe la tierra del sol.

Objetivo mediato: Concepto de estado estacionario como un equilibrio dinámico de los flujos de calor.

Equipo: Bote de jugo, vela, balanza, termómetro y reloj.

2. Medir la velocidad de propagación de una onda en una cuerda, como función de la tensión.

Objetivo mediato: Concepto de onda estacionaria y flujo de energía en ondas.

Equipo: Vibrador, cuerda y regla. (Estroboscopio opcional).

3. Medir la viscosidad de dos aceites de coche, como función de la temperatura.

Objetivo mediato: Uso del viscosímetro y verificar si la propaganda comercial tiene bases físicas.

4.- Medir la eficiencia de un motor de vapor (bote de juguete)[14]

Objetivo mediato.- Síntesis de conocimientos de mecánica, fluidos y calor.

Experimentos de Optica

1. Medir la distancia focal de una lente convergente, por el método de imágenes conjugadas.

Objetivo mediato: Relacionar el tamaño de la imagen con su luminosidad e interpretación física de una raíz imaginaria

Equipo: Objeto luminoso, lente, regla y pantalla.

2. Construir el telescopio de máxima amplificación, con las lentes disponibles.

Objetivo mediato: Apreciar que sus conocimientos tienen aplicación.

Equipo: Juego de lentes y perfil triangular o banco óptico

3. Determinar si se puede utilizar el índice de refracción de una solución azucarada, para medir su concentración.

Objetivo mediato: Concepto de índice de refracción e incertidumbre en las medidas.

Equipo: Microscopio viajero o alfileres y recipiente de plástico en D.

Experimentos de Electricidad

1. Medir la carga almacenada en una pila seca.

Objetivo mediato: Aplicación directa de sus conocimientos, en el mundo que lo rodea.

Equipo: pila, resistencia, reloj y voltímetro.

2. Medir el espesor de un recubrimiento electrolítico.

Objetivo mediato: Concepto de ion y conservación de la carga.

Equipo: fuente de voltaje, sulfato de cobre, amperímetro y balanza.

3. Levitar un alambre conductor (diseño).

Objetivo mediato: Aplicación del campo magnético alrededor de un conductor y de la fuerza sobre un alambre conduciendo una corriente.

Equipo: Fuente de voltaje, alambre de cobre, amperímetro y balanza.

4. Construcción de un destellador de foco neón.

Objetivo mediato: Concepto de resistencia, capacidad y descarga en gases.

Equipo: Diodo, condensador, resistencia, foco neón y osciloscopio (opción)

Comentarios Finales.

Casi cualquiera de los ejercicios, experimentos o investigaciones usuales, se puede transformar en un problema, mejorando su motivación. Aún experimentos aburridos como medir la aceleración de la gravedad "g" usando un péndulo, se puede hacer excitante como una competencia para encontrar el procedimiento más preciso para

medir, usando todos los equipos los mismos cronómetros y reglas. Conviene fomentar el trabajo en equipo en el laboratorio [15].

El guiar el aprendizaje, utilizando la evaluación como brújula, permite una manera practica de usar el método Socrático, o su versión moderna, el constructivismo.

El profesor escoge de los recursos didácticos a su alcance, los que considere que puede usar efectivamente en su clase, ya que de hecho en las sesiones taller prepara su siguiente clase.

Resumen de recomendaciones.

- 1.- Distribuir las horas de clase disponibles, según la importancia de los temas. Dependiendo del desempeño estudiantil cambia la profundidad lograda.
- 2.- Escribir la evaluación de cada tema antes de impartir la clase. Esto permite escoger la estrategia de enseñanza acorde con el objetivo real del tema.
- 3.- Encontrar los preconceptos mediante preguntas de opción múltiple o respuesta libre, revisados de manera privada, sin avergonzar a los participantes.
- 4.- Diseñar y ensayar las demostraciones y experimentos realizados en el aula. Llevar mas de una demostración, por si falla la primera, aún demostraciones muy probadas llegan a fallar.
- 5.- Evitar experimentos de verificación de leyes de la Física. Son mejores los experimentos en los que se usa la Física para resolver algún problema.
- 6.- Utilice la propagación de incertidumbres como guía en el diseño de experimentos.

REFERENCIAS.

- 1.- G.High et al., The art of teaching , (Alfred A. Knopf, New York, 1950).
- 2.- K.Tobin, J.Deacon and B.J.Fraser, "An investigation of exemplary physics teaching", The Physics Teacher, 27,114-120(1989).
- 3.- B. Woolnough and T. Allsop, Practical work in Science, (Cambridge University Press, Cambridge, 1985).
- 4.- M. Polanyi, Knowing and being, (Routledge and Kegan,London, 1969).
- 5.- P.B. Medawar, Induction and intuition in scientific though, (Methuen, London, 1969).
- 6.- R. Dubin and T.C. Taveggia, The Teaching-learning Paradox, (University of Oregon Press, Eugene OR.,1968).
- 7.- P.R. Bauman, "A preliminary model for effective teaching", Phys. Teacher, 12,287-291(1974).
- 8.- C.P. Friedman, S. Hirschi, M. Parlett and E.F. Taylor, "The rise and fall of PSI in physics at MIT", Am.J.Phys., 44,204-211(1976).
- 9.- R.A. Goodwin, "Talk and chalk", Phys. Teacher, 16,367-372 (1978).
- 10.- R. Prigo, "A new addition to the homework assignment: Demonstration-problems", Am.J.Phys., 45,433-438(1977).
- 11.- A. Manzur, L. Mier, R. Olayo and H. G. Riveros, "El papel del laboratorio en la enseñanza de la Física: nivel licenciatura Rev.Educ.Sup., 25,49-85(1978).
- 12.- E. Garcia, E. Cabrera, R. Espejel and H. G. Riveros, "Flujo de energía en lanchas de vapor", Rev.Mex.Fis., 29,237-244(1983).
- 13.- R. Gomez, S. Reyes and H. G. Riveros, "Laboratorios de aprendizaje, para que?", Rev.Mex.Fis., 21,E43-50(1972).
- 14.- D. Early and C. Stutz, "Teaching "team" research techniques and technical report writing in elementary physics laboratories", Am.J.Phys., 44,953-955(1976).
- 15.- H.G. Riveros, "La densidad para medir la composición de aleaciones", Rev.Mex.Fis., 35,512-515(1989).

Apéndice 1.-¿Porqué estudiamos Ciencias?

Impacto de la Ciencia en la Sociedad.

El éxito que la ciencia moderna ha tenido al modificar y aprovechar el mundo en que vivimos, es indiscutible. No hay aspecto de nuestra vida cotidiana, que no se haya visto afectado por este éxito. Los coches, los aviones, los refrigeradores, la televisión, la computadora, el teléfono celular por no hablar de viajes a la luna, red internet y bombas termonucleares, son ejemplos del impacto de la Ciencia en el mundo en que vivimos

La Física ha jugado un papel muy destacado en este cambio. Es cierto que ha creado armas terribles, pero tanto su invención como la moralidad de su uso está condicionado a factores humanos. También ha servido para crear un colonialismo económico pero éste es un problema de tipo social, el cual requiere de soluciones efectivas conforme aumenta la población y los medios de comunicación disponibles. Sin embargo a pesar de sus desventajas, difícilmente alguien querría volver a la sociedad de hace 150 años. Sólo pensemos en que la agricultura con aquellos métodos la producción de alimentos no sería suficiente para la población actual, ¡lo que significaría la muerte por hambre de una gran parte de la humanidad!

Otro aspecto del impacto de la ciencia está relacionado con la dependencia económica de los países en desarrollo, los que compran productos manufacturados y venden sus materias primas; tal situación conduce a que la plusvalía asociada con la manufactura se quede en el país productor, y en consecuencia se padezca una dependencia tecnológica. Así tenemos que los países desarrollados, optimizan cada vez más sus procesos de fabricación, con lo que aumenta la dependencia de los países llamados "en desarrollo".

En México esta situación se refleja en los índices de exportación e importación; desde fines de la 2a. Guerra Mundial, se importó más de lo que se exportó, o sea que las compras fueron mayores a las ventas, generando una deuda externa creciente y con

intereses mayores a pagar. Por eso se requiere de una ciencia vigorosa, capaz de crear la tecnología necesaria que permita alcanzar la independencia económica.

Además de sus aplicaciones prácticas, la ciencia moderna también ha transformado nuestra visión del Universo, y el concepto de la realidad. La relatividad y la mecánica cuántica han abierto nuevas perspectivas; la astrofísica nos habla de magnitudes espacio-temporales no imaginadas por generaciones anteriores. Este desarrollo de la ciencia está íntimamente relacionado con el "método científico", nombre con que se designa a los diferentes métodos que usa la ciencia para resolver sus problemas. Estudiamos las ciencias por sus aplicaciones prácticas, por el placer que proporciona y por la nueva perspectiva que nos proporciona el entender el mundo que nos rodea.

Impacto de la Sociedad en la Ciencia y en la Enseñanza.

La creencia en las bondades de la ciencia es compartida por todos los países y a través de su sistema educativo, se forman los cuadros que requiere cada nación para lograr su desarrollo científico y tecnológico. También es importante, que el individuo entienda el mundo que lo rodea, donde así como utiliza motores eléctricos, motores de gasolina, computadoras, televisiones, también observa el arco iris, las nubes, los espejismos y un sinnúmero de fenómenos que de no entenderlos, los convertirá en dioses o mensajes de los dioses, como en las tribus primitivas. Sin duda, el comprender el porqué de las cosas, nos anima y estimula a encontrarles nuevas aplicaciones; además del placer intelectual asociado al chispazo del entendimiento e independientemente de los posibles placeres estéticos.

Apéndice 2.- Fines de la Enseñanza: Universitaria.

El papel de la enseñanza superior es dual: por un lado producir los profesionistas y técnicos competentes, que el país requiere; y por otro, situar al hombre moderno de modo que entienda el funcionamiento de la Sociedad actual. La cultura básica universitaria, tiene que implicar una visión humanística de las ciencias y una visión científica de los problemas del hombre y de la sociedad.

Dentro de este contexto los cursos de Física adquieren cada vez más importancia, debido a que sus avances, influyen directamente en nuestra forma de vida. Por otra parte si se considera que el método científico es el máximo logro de la ciencia, y que en ciertos casos, es aplicable en algunos problemas de la vida diaria; es deseable que un bachiller lo conozca, tanto por la racionalización que implica su uso como para entender los avances de la ciencia.

Existe el peligro de exagerar la importancia de las ciencias, en particular de la Física y se trate de explicar todo a nuestro alrededor en términos físicos. Pero el hombre es consciente de su existencia, piensa y razona en forma lógica, independientemente de que estos procesos mentales se puedan expresar en términos físicos. Tiene también sentimientos, un sentido del deber y de la estética, que escapan del ámbito de la física. La ciencia nos da un conocimiento muy efectivo del mundo en que vivimos, pero no es capaz de explicar todas las experiencias humanas.

El uso intensivo que se hace en física de las matemáticas, permite visualizar conceptos algebraicos y de cálculo; recalando su papel de método sistematizador del conocimiento y lenguaje de máxima economía, ingredientes indispensables en la cultura.

Enseñanza Media Superior.

Si se aceptan como válidos los argumentos anteriores se requiere que un bachiller tenga los conocimientos necesarios para entender el mundo que lo rodea, lo cual le sirve para

resolver sus problemas en la Sociedad en que vive. Los conocimientos que adquiere son una herramienta necesaria para su vida , se espera que haya adquirido la capacidad de razonar o pensar. De un técnico se espera sea capaz de mantener una fabrica en funcionamiento, de un bachiller se espera que sea capaz de adaptarse a la sociedad en que vive, y tener los conocimientos necesarios para ingresar a estudios superiores. Dada la rapidez actual de generación de conocimientos, cualquier instrumento es rápidamente obsoleto; lo que se requiere es comprender el proceso de generación de conocimientos.

Mejoramiento de la enseñanza.

La capacidad del hombre de transmitir sus conocimientos le ha dado una gran ventaja evolutiva, el enseñar y aprender es algo que todos hacemos. Pero en estos tiempos de la revolución informática, es necesario cambiar los procesos de enseñanza aprendizaje.

Generalmente, el problema del profesor es como enseñar los temas del programa del curso que imparte, dado el tiempo y los recursos disponibles. El debate sobre como enseñar tiene muchas vertientes, desde la que propone enseñar los principios básicos para deducir todas las consecuencias hasta tratar de inducir empíricamente del trabajo experimental las leyes de la ciencia que se esté enseñando. Basarse en la historia de la ciencia para motivar al estudiante, o en las aplicaciones a la resolución de problemas "reales".