



MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE CIENCIAS

FISICA

TITULO

DIDACTICA DE LA FISICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES

CIENTIFICAS EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN DOCENCIA DE LA FISICA

PRESENTA

ARTURO TOSCANO MEJIA

TUTOR

MAESTRA: MIRNA VILLAVICENCIO TORRES

ENTIDAD DE ADSCRIPCIÓN: FACULTAD DE CIENCIAS

MEXICO DISTRITO FEDERAL ABRIL DEL 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DIDÁCTICA DE LA FÍSICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO I.....	9
CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.1. LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN EL BACHILLERATO DE LA UNAM	11
1.2. LA REFORMA INTEGRAL DE LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR (RIEMS)	13
1.3. LAS COMPETENCIAS	16
1.3.1. COMPETENCIA Y DESEMPEÑO	16
1.3.2. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS	16
1.3.3. MARCO METODOLÓGICO DE LA EVALUCIÓN DE COMPETENCIAS	18
CAPÍTULO II	20
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	20
2.1. LAS IDEAS PREVIAS EN LOS ALUMNOS	20
2.2. EL CONFLICTO COGNITIVO	21
2.3. LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA.....	24
CAPÍTULO III	27
ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y EXPLICACIÓN POSIBLE.....	27
3.1. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN PROBLEMAS.....	27
3.2. LA AYUDA ENTRE IGUALES	29
3.3. LA EVALUACIÓN COMO MEDIO DE INTERVENCIÓN.....	30

3.4. EL PAPEL DEL PROFESOR COMO MEDIADOR.....	33
CAPÍTULO IV.....	36
LA DIDÁCTICA.....	36
4.1. PROPUESTA METODOLÓGICA.....	36
4.2. UBICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON EL BACHILLERATO Y SUS PROGRAMAS	38
4.3. ACTIVIDADES	40
4.3.1. LA PERTURBACION DE UN MEDIO (Actividad A1)	40
4.3.2. LA PROPAGACION DE UNA PERTURBACIÓN (Actividad A2)	41
4.3.3. EL RECONOCIMIENTO DE LA FRECUENCIA DE UN MOVIMIENTO PERIÓDICO A PARTIR DE UNA PERTURBACION (Actividad A3).....	44
4.3.4. EL PÉNDULO (Actividad A4)	46
4.3.5. EL PROBLEMA Y SU CONTEXTO (El viaje al espacio)	52
4.4 ANALISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN (Patrones Comunes)	55
4.5. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE HABILIDADES CIENTÍFICAS (Competencias).....	57
CAPÍTULO V.....	62
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
5.1. INSTRUMENTACIÓN DE LA DIDÁCTICA.....	62
5.2. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN Y SU EVALUACIÓN EN BASE A LA ESCALA Y CRITERIOS PISA EN CIENCIAS.....	62
5.3. ANÁLISIS DE LA ASIMILACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y DE LA CAPACIDAD PARA ARGUMENTAR LOGICAMENTE LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA.....	63
CAPÍTULO VI.....	75
CONCLUSIONES.....	75
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	83

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias no es una tarea sencilla pues para llevarla a cabo de forma efectiva es necesario contar con elementos básicos que, en algunos casos, son difíciles de obtener: un buen maestro, un alumno dispuesto a aprender, un espacio con los requerimientos mínimos para impartir una buena clase y, por supuesto, el apoyo y guía institucional.

Generalmente se piensa que la tarea de enseñar ciencia solo requiere de un buen maestro con una preparación sólida en su materia. Sin embargo, con base en el producto de muchas investigaciones se ha llegado a la conclusión de que el proceso de enseñanza-aprendizaje obedece también a diversos factores de orden psicosocial más allá de los elementos científicos relacionados con la disciplina que ha de enseñarse. Por otro lado, no debemos olvidar que el proceso de aprendizaje recae en el alumno, quien presenta diferentes problemáticas acordes a su edad y que en general constituye un universo de preguntas en donde se entrecruzan distintas disciplinas. De aquí que es realmente tener una aproximación más certera al fenómeno del aprendizaje

Este trabajo de tesis está basado y orientado al estudio de la enseñanza de las ciencias, específicamente a la enseñanza de la Física, considerando al proceso de enseñanza-aprendizaje como un todo. A partir de las observaciones documentadas a través de la práctica educativa, se infieren algunas de las causas que dan como resultado los bajos niveles de aprovechamiento en las asignaturas de Física de los estudiantes mexicanos en el nivel medio superior. Debemos recalcar que este trabajo es una de tantas aproximaciones cuyo objetivo es proponer una solución al problema de la adquisición de habilidades científicas que puedan impactar en la vida futura de los alumnos a través de las competencias científicas para la vida. Es claro que siempre es necesario continuar estudiando y proponiendo soluciones a los problemas de la educación en las áreas científicas.

Ahora bien, la mayoría de los estudiantes que cursan las asignaturas de Física en el nivel medio superior presentan problemas de aprendizaje relacionados con esta

materia. Entre las muchas razones por las que se presenta este problema, podemos citar al abuso de las clases magistrales, pues la mayoría de los profesores aplica una didáctica basada en la conferencia sin mayor referente.

Es común que los profesores de Física en la Educación Media Superior (EMS) transmitan los conocimientos fuera de un contexto y evalúen a los alumnos principalmente en lo que corresponde a la retención de conceptos, sin exigirle algo más allá del uso de su memoria para la acumulación de datos sin sentido alguno.

Derivado de una enseñanza basada en la memoria, los contenidos adquiridos son fácilmente olvidados. Cuando al alumno se le solicita la solución de un problema ubicado en un contexto, el alumno se encuentra ante una serie de obstáculos que se manifiestan en la falta de conexión entre lo que el alumno cree saber y el planteamiento de una estrategia de solución adecuada.

Como consecuencia de esta problemática, los resultados en las evaluaciones internacionales (PISA-2006) y nacionales (ENLACE)¹ en lo que se refiere a las habilidades relacionadas con las competencias científicas han sido muy pobres. Así pues, la falta de una didáctica adecuada, que tenga como principio el reconocimiento de la Física como una ciencia viva, en constante cambio y con grandes aplicaciones en la vida cotidiana, es la motivación para la elaboración y aplicación de una didáctica que desarrolle de mejor manera las habilidades en los alumnos despertando con ello no solo el gusto por el estudio de la física sino también una vocación científica. De aquí que el presente trabajo tenga como objetivo el contribuir a la solución del problema de la enseñanza de la física en el nivel medio superior proponiendo una didáctica que enriquezca la didáctica tradicional, en la que el alumno comprenda y construya conceptos que puedan aplicarse en la solución de problemas en un contexto distinto al de su adquisición original, generando con ello el desarrollo de habilidades relacionadas con la

¹ Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA) 2009

construcción de la ciencia. Es importante recalcar que en la actualidad la investigación científica tiende a la multidisciplinaria, en donde los conocimientos de un campo de conocimiento son esenciales para la solución de problemas relacionados con otro campo. Esto implica que la didáctica propuesta debe mostrar esta nueva tendencia en la generación del conocimiento.

Es claro que los estudiantes que asisten a los cursos de Física del nivel medio superior han tenido contacto con algunos de los conceptos básicos de la física pues traen consigo no sólo los conocimientos adquiridos en los niveles académicos anteriores sino que además han sido participes en una serie de experiencias relacionadas con su entorno físico. A partir de estas experiencias el alumno produce sus propias explicaciones, las que son conocidas en la literatura como “ideas previas”.

El conocimiento previo que un alumno posee no necesariamente se puede considerar correcto y en la medida en que lo pone a prueba, el alumno se da cuenta del grado de certeza y reconoce también lo que no sabe. En este momento el alumno adquiere conciencia de su insuficiencia cognitiva y comienza el proceso de aprendizaje.

Considerando los planes y programas de estudio de la enseñanza en el nivel medio superior, en este trabajo se plantea una propuesta didáctica dirigida a identificar los puntos a ser trabajados en el desarrollo y construcción de los conceptos de la física involucrados en el Movimiento Ondulatorio, aunque la metodología puede aplicarse a cualquier área de la física, tratando de favorecer el proceso de aprendizaje que consiste en que el alumno construya procesos que lo lleven a la elaboración y comprensión del concepto con la ayuda del profesor como guía.

El profesor tiene que orientar los esfuerzos de los alumnos sin caer en posiciones que impidan que el alumno identifique el conflicto cognitivo. La parte medular de la propuesta radica en la generación del conflicto cognitivo y su superación; si se da

la evidencia de la superación del conflicto cognitivo entonces se podrá decir que el alumno ha alcanzado el cambio conceptual.

La superación del conflicto cognitivo requiere de una serie de etapas que deben ser resueltas dentro del conjunto social escolar, siendo uno de los medios más importantes el que tiene que ver con el concepto de “ayuda entre iguales” como medio socializador del conocimiento. No olvidemos que siempre se señala a la ciencia como una obra colectiva, siendo el “aprender ciencia” un diálogo y por tanto un producto social.

Para lograr lo anterior, la estructura y el sentido de este trabajo consistente en la propuesta didáctica está basada en la técnica denominada “Aprendizaje Basado en Problemas”, en el que la construcción de la ciencia se da a través de la generación de preguntas a partir de un problema y el intercambio de opiniones considerando que el problema deba cumplir la función de un desafío intelectual.

Las preguntas se realizan a partir de un problema significativo, es por ello que la propuesta busca en todo momento tener como punto de partida la solución de un problema enmarcado en un contexto y que a partir de la solución se cumplan los objetivos de la planeación didáctica.

Finalmente diremos que esta propuesta didáctica consiste de manera general en pasar del problema al concepto, mediante su construcción dialéctica, y no del concepto al problema como usualmente se hace.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

La historia de la enseñanza de la ciencia en México ha estado basada en las tendencias didácticas del momento. Fue hasta apenas hace unas cuantas décadas que el CINVESTAV (Centro de Investigación y Estudios Avanzados) instituyó la investigación educativa en el área de las ciencias, específicamente en el campo de la matemática educativa². Desafortunadamente no se cuenta con espacios en donde la física sea un tema principal en la investigación educativa.

En consecuencia, la mayoría de los profesores de Física realizan su práctica docente basándose en su propia experiencia e inspiración, con muy pocas bases en lo que corresponde a la comprensión de la inteligencia y las formas y procesos de aprendizaje.

La necesidad de que la población adquiriera un mínimo de educación científica se relaciona con el desarrollo de las sociedades modernas, en las que las habilidades relacionadas con las ciencias forman parte del capital humano. Es por ello que uno de los aspectos más importantes de la educación sea mantener el contacto con los distintos métodos científicos.

Ahora bien, es claro que no solo se necesita que la población tenga conocimientos relacionados con la ciencia, sino que también deben conocer la forma en la ciencia se desarrolla y evoluciona, pues hay que reconocer que las habilidades científicas serán requeridas con el avance de las sociedades del conocimiento.

Hay que considerar que si bien existe un debate en torno al sentido de la educación media superior en México, también es importante considerar un discurso basado en las competencias y las leyes del mercado. Dado que los nuevos puestos de trabajo están cada vez más vinculados con las habilidades

² http://www.matedu.cicata.ipn.mx/documentos/alme/alme15_1.pdf

científicas, la educación tendrá que adecuarse a las tendencias del desarrollo científico y a las demandas de un mercado de trabajo globalizado.

Ante estas demandas cabe preguntarse sobre el resultado en las aulas. Las evaluaciones nacionales e internacionales arrojan resultados en términos generales pobres. Durante varias décadas, el sistema educativo mexicano puso principalmente su atención y esfuerzos en la cobertura de los niveles básicos, cobertura que no fue acompañada de criterios ni acciones encaminadas a la evaluación de la calidad de la educación impartida, lo que tiene como consecuencia que generaciones de mexicanos han recibido una educación científica con serias deficiencias. La falta de laboratorios y materiales adecuados, en secundarias y preparatorias, así como la poca o nula especialización docente de los maestros hacen que la enseñanza de las ciencias y en especial de la física se vuelvan una de las causales del problema de la enseñanza de la física en México.

Si bien el aspecto relacionado con la falta de materiales es muy significativo, no se puede considerar como la fuente principal del problema, el problema principal se ubica en la nula formación docente y en la falta de especialización de los profesores de enseñanza media superior. Se puede dar el caso extremo de que un profesor de Biología imparta Física ó Química bajo el argumento de que todas ellas son ciencias, o bien que la asignatura de Física sea impartida por un profesor cuya formación se dio en un ámbito completamente ajeno a la Física.

Finalmente, se debe mencionar que actualmente el sistema de educación media superior EMS se encuentra en plena transformación, de forma que su eje directivo se encuentra en el desarrollo de habilidades y competencias. Sin embargo, prevalece el problema de que la mayoría de los docentes no están lo suficiente preparados para entender de forma básica el fenómeno educativo. Por otro lado, el gobierno insiste en que alumnos y profesores deben dar un primer paso hacia el desarrollo de habilidades, sin antes haber verificado si los profesores comprenden

y tienen dichas habilidades. Debemos recalcar que nadie puede mostrar ni enseñar lo que no tiene y no sabe.

1.1. LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN EL BACHILLERATO DE LA UNAM

La enseñanza de la ciencias en lo que respecta al bachillerato de la UNAM está más que nada encaminada a la preparación del alumno con el objetivo de que continúe sus estudios en el nivel superior. Aunque en algunas asignaturas se abre la opción de generar una educación tal que el alumno pueda incorporarse directamente al mercado de trabajo, en lo que toca a los planes de estudio relacionados con la enseñanza de la física no existe de manera directa y clara una relación con las habilidades necesarias para iniciar una relación laboral³.

Por otro lado, también se persiguen objetivos generales como el que el alumno tenga la capacidad de socializar y de reconocerse en el otro, mediante la tolerancia y el respeto.

En el caso de la asignatura de Física, se le solicita al alumno que identifique fenómenos naturales determinando cuales son las variables involucradas. Se parte del hecho de que el concepto es producto de una construcción y de una serie procesos y se da un peso importante a los conocimientos declarativos. A pesar de que se espera que los conceptos se aprendan al aplicar el método experimental, no aparece en ninguna parte del programa que el alumno aplique en contextos distintos al de la clase el conjunto de conocimientos o contenidos adquiridos.

No existe entonces la exigencia de poner a prueba las construcciones hechas en el aula y en el laboratorio (cuando éstas se hayan logrado). Es importante hacer mención de esto, ya que el desarrollo de habilidades científicas mucho tiene que ver con la solución de problemas, pero no la clase de problemas que la mayoría de los profesores entiende. Existe una gran confusión entre lo que es un ejercicio

³ Plan de desarrollo del bachillerato de la UNAM 2000

y un problema, de lo cual se genera uno de los errores más comunes en la enseñanza de las ciencias en el bachillerato de la UNAM.

La movilización de conocimientos y su aplicación necesita de una serie de exigencias en donde el contexto sea en primer lugar significativo para el alumno, y en segundo lugar que obligue a relacionar probar y descartar mediante el análisis del problema su solución. Esto nos lleva a que es más importante el proceso que el resultado, ya que el alumno debe ser educado para la vida y no para la escuela.

El caso de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM (Plan de estudios 96) es muy significativo, sus planes de estudio están fundados en la adquisición de conocimientos y métodos prácticos que ayuden al alumno a tener un buen desempeño en la universidad. No se considera el entorno social y menos el mercado laboral, por ello los procedimientos y habilidades tienen un peso casi nulo. Aunque se menciona a las habilidades como destrezas no se especifica cuales son esas destrezas y mucho menos cuales son los pasos a seguir para adquirirlas.

Es interesante mencionar que el bachillerato de la UNAM es uno de los más significativos del país por lo que da la pauta a muchos otros sistemas de educación en México. Así pues, se puede inferir que la educación que se imparte en México debe tener los mismos problemas: está basada principalmente en la acumulación de conocimientos y no en el desarrollo de habilidades. En los dos programas: Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y Escuela Nacional Preparatoria (ENP), en contadas ocasiones se solicita que el alumno sea el actor principal o participante, los programas están dirigidos para que el profesor sea el actor principal.

1.2. LA REFORMA INTEGRAL DE LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR (RIEMS)

La RIEMS⁴ es una reforma impulsada por la Secretaría de Educación Pública (SEP), junto con el Consejo Nacional de Autoridades Educativas (CONAEDU) y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) encaminada a la construcción de un sistema nacional de bachillerato (SNB). La RIEMS se desarrolla en torno a cuatro ejes los cuales son :

- Un Marco Curricular Común (MCC) con base en competencias
- La definición y regulación de las distintas modalidades de oferta de la EMS
- La instrumentación de mecanismos de gestión que permitan el adecuado tránsito de la propuesta
- Un modelo de certificación de los egresados del SNB

Con estos ejes se busca la calidad, la pertinencia y la equidad en la cobertura. Como podemos ver, el tema de la cobertura en el nivel medio superior es un problema sin resolver aún, tal como sucedía con la educación básica en los años 50 y 60

Otro de los objetivos que se busca con esta reforma, es lograr la calidad en la educación, este mismo discurso también se presenta para los demás niveles educativos. Sin embargo, las acciones realizadas en poco han resuelto este problema pues la falta de formación profesional dirigida al campo de la docencia ha sido uno de los mayores obstáculos en la búsqueda de la calidad educativa.

La RIEMS también habla de la necesidad de capacitar a los docentes, pero no dice de manera clara ni cuándo ni cómo y mucho menos señala si habrá mecanismos permanentes de evaluación del trabajo docente.

La línea de integración de esta reforma la encontramos en la búsqueda de la creación de un Bachillerato único donde los puntos comunes de integración para

⁴ ACUERDO número 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad. Modificado: Martes 23 de junio de 2009 DIARIO OFICIAL

todos los bachilleratos sean las competencias genéricas, disciplinares y profesionales.

Las competencias genéricas incluyen 11 competencias específicas que definen el perfil del egresado de la Educación Media Superior y que son transversales al Sistema Nacional de Bachillerato. Estas competencias están organizadas en seis categorías:

I. Se auto determina y cuida de sí

- 1) Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.
- 2) Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.
- 3) Elige y practica estilos de vida saludables.

II. Se expresa y comunica

- 4) Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.

III. Piensa crítica y reflexivamente

- 5) Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
- 6) Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.

IV. Aprende de forma autónoma

- 7) Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.

V. Trabaja en forma colaborativa

8) Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.

VI. Participa con responsabilidad en la sociedad

9) Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.

10) Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.

11) Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.

Las competencias a desarrollar tienen que ver con una parte transversal, lo que las haría de dominio general y un objetivo para todos los bachilleratos del país, y las de la disciplina, que tendrían que ver con el desarrollo específico dependiendo del modelo educativo de cada bachillerato

En consecuencia, los profesores deben fomentar el desarrollo de las habilidades de su disciplina, además de las que corresponden a las competencias genéricas, lo cual implica que el profesor debe tener un conocimiento amplio de las competencias. Si por otra parte, consideramos que los elementos teórico–didácticos de muchos de los profesores en activo son muy limitados, es claro que el cumplimiento de los objetivos que señala la reforma con las condiciones actuales resulta en un gran problema con pocas posibilidades de ser resuelto con éxito.

El querer desarrollar en los alumnos habilidades es una buena intención. Sin embargo, hay que hacerlo de manera estratégica con una serie de actividades y evaluaciones que nos indiquen si nuestras acciones van por buen camino. La mejor evaluación se obtendrá a partir del desempeño de cada ciudadano en su vida productiva.

1.3. LAS COMPETENCIAS

1.3.1. COMPETENCIA Y DESEMPEÑO

El Dr. Lloyd McCleary⁵ nos ofrece una definición de competencia:

“la competencia se define como la presencia de características o la ausencia de incapacidades que hacen a una persona adecuada o calificada para realizar una tarea específica o para asumir un rol definido”.

De lo anterior se deduce que una persona es competente cuando:

- Conoce cuáles son sus capacidades.
- Puede demostrar lo que sabe.
- Sobresale del resto por su capacidad para desarrollar procesos.

Aunque el concepto de competencia se ha prestado a distintas interpretaciones, la interpretación más adecuada a nuestro parecer tiene que ver con el “saber hacer en un contexto”.

Es claro que en cada sociedad los individuos realizan infinidad de actividades que podemos decir “saben hacer”, sin embargo en lo que a las competencias toca, este “saber hacer” va acompañado de un saber teórico, esto quiere decir que las competencias son acciones dirigidas y basadas en fundamentos teóricos pues no hay competencias sin conceptos.

1.3.2. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS

Si las competencias tienen que ver con la habilidad para desarrollar determinada tarea ¿Cómo se determina quién es más capaz? La respuesta a esta pregunta nos lleva a la evaluación de las competencias. El mercado laboral solicita de los egresados de los centros de estudios de nivel medio superior determinadas habilidades que en el ciclo del bachillerato debieron haberse desarrollado, por otro

⁵ Lloyd E. McCleary, profesor emerito, educational administration, Universidad de Utha

lado las instituciones educativas obedecen a estas necesidades y tratan de adecuar sus programas (RIEMS)

Encontramos que la educación basada en la acumulación de información resulta poco eficiente en la medida en que no ofrece una respuesta a un problema específico, las competencias tienen que ver con la destreza o habilidad en la solución de un problema en distintos contextos, es decir, las competencias están dirigidas a la transformación directa de la realidad en base a una preparación que lleve al alumno a ser considerado competente en la solución de problemas en un contexto específico.

El desarrollo de competencias induce a que la preparación de los alumnos camine por dos trayectorias que se cruzan en un problema específico. Estas dos trayectorias son los contenidos declarativos y los contenidos procedimentales. Lo nuevo en todo esto lo encontramos en el énfasis que se hace de los contenidos procedimentales, el alumno debe hacer no solo saber. El cambio radica en que ahora el alumno es actor principal en la elaboración de su aprendizaje. Ya que la construcción conceptual se da en espacios de diálogo, esto hace que el alumno desarrolle otras habilidades como son: la tolerancia, el trabajo en grupo y la argumentación, entre otras.

La evaluación de las competencias no es una tarea fácil ya que es necesario tomar en consideración el perfil del egresado y los instrumentos que habrán de ser utilizados y cuantificados para la evaluación. Este proceso es continuo y debe de servir también de intervención ante la detección de alguna dificultad en el proceso de aprendizaje del alumno.

Cabe hacer mención que el uso de un portafolio de evidencias es un medio eficaz en la evaluación de competencias, ya que por este medio se puede comprender y visualizar el proceso de desarrollo de las competencias en el alumno. Por otro lado, el alumno también tiene un medio valioso al hacerse una autoevaluación lo que lo lleva a la meta cognición.

Finalmente, debe señalarse que la evaluación de competencias, al igual que cualquier evaluación debe reunir dos condiciones fundamentales:

Validez

¿Puede captar realmente si la persona es competente o no? Permite su aplicación en diferentes situaciones y a diferentes personas (descubrir lo mismo)

2) Autenticidad (ofrece certeza de que el evaluado es quien desarrolló tal o cual demostración o prueba)

1.3.3. MARCO METODOLÓGICO DE LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS

A continuación hablaremos sobre el marco metodológico de la evaluación basada en competencias:

En la evaluación basada en competencias se evalúan tres dimensiones fundamentales, las cuales han sido precisadas desde el proyecto Tuning. Estas tres dimensiones son:

- a) Conocimientos
- b) Saber hacer
- c) Competencias

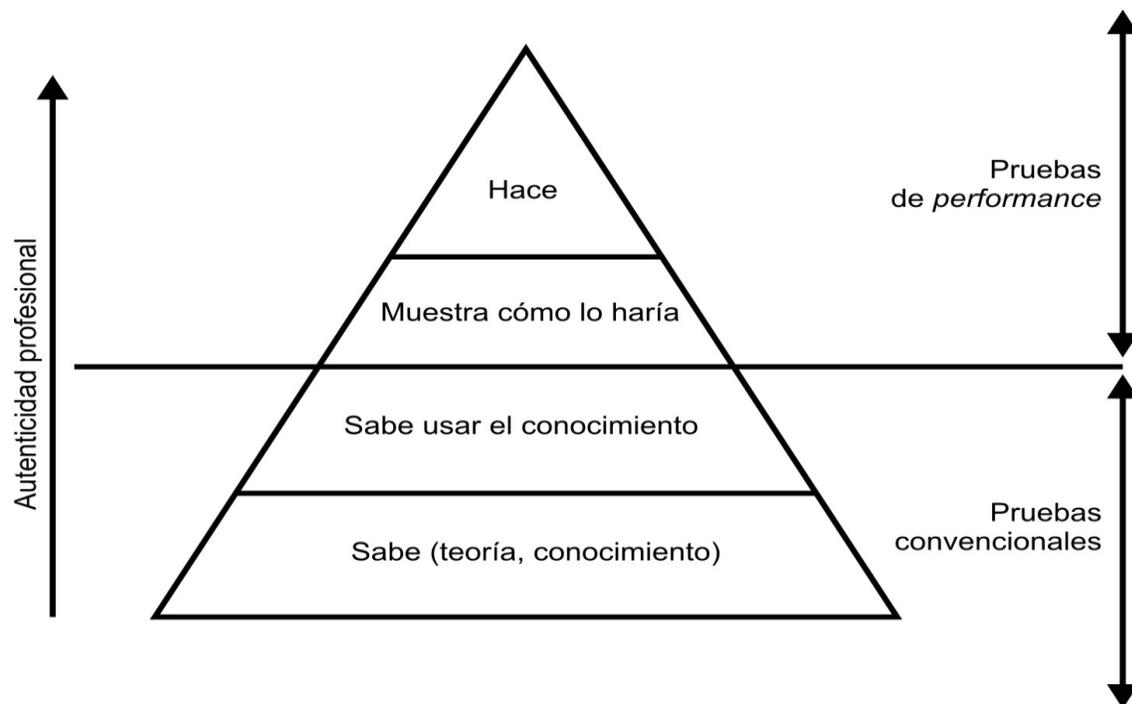
Ashaven menciona cuatro dimensiones que se convierten en objeto de evaluación de las competencias:

- a) la competencia cognitiva asociada en este caso a conocimientos
- b) la competencia funcional, asociada a destrezas
- c) la competencia social, asociada a conducta y actitudes
- d) la auto competencia que se refiere a la toma de decisiones de manera creativa para solucionar problemas.

El marco conceptual abarca la definición de lo que es la evaluación de competencias, las características de esta evaluación y las características de las evidencias en las que se basa la evaluación de competencias, el modelo teórico triangular que inspira este cambio evaluativo y los tipos de evaluación que se derivan de dicho modelo teórico.

El marco metodológico, por su parte, abarca el objeto de evaluación, o sea, qué se evalúa en esta opción educativa. Los métodos evaluativos, con énfasis en cómo se establece la relación entre criterios, indicadores y evidencias en los diferentes tipos de evaluación. Esos métodos incluyen las técnicas e instrumentos evaluativos y los procedimientos evaluativos en las diferentes fases de la instrucción.

La pirámide de Miller nos puede ayudar a determinar qué se evalúa y la forma en que evaluamos la autonomía.



CAPÍTULO II

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

2.1. LAS IDEAS PREVIAS EN LOS ALUMNOS

Una práctica muy arraigada en los profesores de física es iniciar su curso partiendo de la idea de que todo es nuevo y que el alumno es como una esponja que está en la disposición de absorber todo lo que el profesor presente en clase. Así pues, se parte de cero y se comienza a presentar de manera secuenciada los distintos contenidos establecidos en el plan de estudios o en el programa de trabajo del maestro.

Se ha encontrado que el grado de aprovechamiento de los alumnos es mínimo y que en muchos casos el índice de reprobación se mantiene en niveles altos, investigaciones realizadas han encontrado que los alumnos no llegan con un conocimiento nulo y que en muchos casos sus conocimientos les alcanzan para explicar el fenómeno físico en cuestión (no significa que estén en lo correcto), sus bases las encontramos en su experiencia sensible y en la serie de ideas compartidas socialmente en torno a un determinado fenómeno, los alumnos tienen una serie de ideas previas [Inhelder y Piaget(1972)], estas ideas forman el entendimiento básico que el alumno tiene del mundo que lo rodea.

En la construcción del conocimiento científico, el profesor encuentra como obstáculo las ideas previas también denominadas alternativas [Novak y Mintzes (1994)] que le dan al alumno una respuesta a la medida de su realidad; sin embargo, dicha respuesta en la mayoría de los casos carece de sustento lógico (Pozo 1989).

Por otro lado las ideas previas sirven para explicar fenómenos restringidos al mundo sensible del alumno y a las opiniones emitidas por la sociedad, podemos ver que un alumno puede tener una respuesta correcta de un fenómeno en un contexto y al cambiar el contexto el alumno no obtiene la respuesta correcta y además se presenta la persistencia de sus ideas previas.

Las ideas previas entran en conflicto cuando no pueden explicar de manera satisfactoria un fenómeno o cuando en su desarrollo encuentran contradicciones [Strike y Posner (1982)]. La transformación de estas ideas previas requiere de un proceso que en muchos casos tarda meses o años, las ideas previas erróneas resultan ser difíciles de erradicar en la medida en que estas encuentren sus raíces con experiencias sensibles.

2.2. EL CONFLICTO COGNITIVO

Si planteamos una práctica docente basada en la solución de problemas, la etapa inicial en este proceso la encontramos en el “conflicto cognitivo”. La palabra conflicto la podemos relacionar con ruptura, con la falta de un ajuste, en síntesis, que algo “no concuerda”.

El conflicto cognitivo lo podemos definir como: *una perturbación intelectual capaz de provocar insatisfacción en el estudiante con respecto a sus propios conocimientos* (Villani, Carvalho1995)

Atendiendo a la definición, el conflicto cognitivo obliga al estudiante a movilizar sus recursos cognitivos ante la falta de los elementos para la solución del problema presentándose como consecuencia un conflicto interno (Hewson 1985 ,Posner 1982). Uno de los momentos también muy importantes lo encontramos en la generación de las imágenes mentales hechas por el alumno derivadas de la presentación del conflicto, las cuales surgen de forma natural ante la necesidad de alcanzar la mayor comprensión del problema⁶

El alumno tiene un conjunto de conocimientos que le han servido para darse una explicación a su medida de las cuestiones que le han interesado. Sin embargo, muchas de estas cuestiones no son resueltas completamente, y menos aún, las soluciones propuestas por el alumno son puestas bajo la determinación de un examen relacionado con su validez. Estas concepciones internas de los alumnos

⁶ Ausubel, D. P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune& Stratton. pp 223-227

no se modificarán si no son puestas a prueba mediante un problema. No obstante de que se le plantea al estudiante la solución de un problema, dichas ideas en muchos de los casos persisten, la erradicación de estas ideas pasa por la aplicación de un proceso, en donde el punto de partida lo ubicamos en el conflicto cognitivo⁷.

El conflicto cognitivo tiene varias formas de manifestarse, una de ellas la encontramos cuando las premisas del alumno no coinciden con sus conclusiones. En este caso podemos ver que el alumno puede elaborar una hipótesis de solución, pero en la presentación de los resultados no encuentra relación alguna.

Otra de las formas en que el conflicto cognitivo se manifiesta la encontramos entre la concepción del alumno y la forma en la que la puede hacer explícita. Esta forma de conflicto se puede ver cuando el alumno tiene problemas en cuanto a la claridad y la precisión de sus observaciones, hipótesis y conclusiones .

Otro aspecto importante, es el relacionado con el conflicto emotivo. Este conflicto, que tiene que ver con la implicación del alumno (Baid y Mitchell,1986; Villani 1992)⁸, consiste en la decisión que toma el alumno en cuanto a su implicación en el trabajo intelectual, cuanto se involucrará, con que profundidad o si sólo se comprometerá con el cumplimiento disciplinado con la institución, en este caso el profesor. Ante la demanda cognitiva, el alumno tiene que realizar un esfuerzo y el grado de implicación o entrega es una decisión que lo pone en un conflicto .

También encontramos que el alumno no puede estar consciente del conflicto, esto significa que para el alumno lo que el cree es más que suficiente y necesario para la solución del problema y que con sus recursos bastaran para llegar a la solución. Lo anterior también es en sí un conflicto ya que tarde o temprano el alumno habrá

⁷CHI, M., GLASER, R. y REES, E. (1982). Expertise in Problem Solving, en Stenberg, R. (ed.). Advances in the Psychology of Human Intelligence. Hillsdale. Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates

⁸ CHI, M., FELTOVICH, P. y GLASER, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. Cognitive Science, 5, pp. 121-152.

de descubrir que no cuenta con los elementos cognitivos para la solución del problema.

Otra de las formas en que se manifiesta el conflicto la encontramos cuando el alumno deforma o niega los puntos de conflicto que le presenta el problema, intenta acomodar, mediante su interpretación, las condiciones del problema para de esta manera evitar el conflicto. Así pues, ¿cómo resolver el conflicto?

Una de las actividades más importantes encaminadas a la solución del conflicto la encontramos en la experimentación o la puesta en práctica de una situación análoga a la del problema propuesto en donde el alumno pueda representar el fenómeno e inferir sus efectos y consecuencias, contrastando sus ideas de inicio con lo que observe.

Hay que considerar también en la búsqueda de la solución del conflicto que el alumno se encuentre en la disposición de querer resolverlo, es decir, deberemos provocar y motivar al alumno a que busque con la ayuda del profesor alternativas que le den salida al conflicto (aprendizaje por descubrimiento).

El profesor juega un papel trascendente en la generación del conflicto y también en su solución. El profesor debe generar hipótesis que induzcan al alumno a la revisión de las mismas y que a partir de ellas pueda construir o adecuar otras hipótesis que lo lleven a solucionar el conflicto, el profesor no debe dar explicaciones totalmente estructuradas ya que si bien resuelven en parte el problema, no dejan que el alumno resuelva su propio conflicto, dejando el proceso a medio camino (Dreyfuss 1990; Sere,1992; Jung 1992) .

Así pues, la gran tarea que se debe realizar en la investigación es como hacer inteligible el cambio conceptual que se produce mediante el conflicto cognitivo en clase (Dykstra 1992; Niedderer y Schester 1992).

2.3. LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Podemos decir que la didáctica es el conjunto de métodos acompañados de recursos organizados estratégicamente con el objetivo de alcanzar las metas trazadas en el inicio de la planeación de un curso.

Si la anterior definición la trasladamos a la física, encontramos que la didáctica de la física estará constituida por métodos. La pregunta obligada sería ¿Cuáles son esos métodos? Contestar la pregunta con una respuesta única nos daría una respuesta siempre incompleta, en la didáctica de la física no se pueden establecer métodos únicos e infalibles pues el profesor tiene muchas posibilidades en cuanto al uso de estrategias de enseñanza aprendizaje. La estrategia más importante será aquella que resulte adecuada a las condiciones en que se da la práctica educativa. No se puede establecer que una técnica por el hecho de haber tenido éxito en un determinado contexto lo vaya tener de igual forma en un contexto distinto, el profesor tiene que evaluar las condiciones iniciales (conocimiento e ideas previas) y a partir de esta evaluación realizar el estudio sobre que posible técnica de enseñanza tendrá mayor impacto.

También es cierto que la experiencia del profesor juega un papel importante, y que la didáctica “intuitiva” es una realidad cotidiana en las aulas. Sin embargo, siempre es necesario hacerse de un marco teórico que ayude a encontrar las bases mínimas que puedan dar razón y sentido a la práctica docente .

Para el caso de la física, la didáctica tiene que ser elaborada tomando en cuenta la edad del estudiante y sus concepciones o conocimientos alternativos. Las actividades propuestas deben estar basadas en problemas con contexto, que provoquen en el alumno un desequilibrio como base para la aplicación del conjunto de actividades buscando con ello el cambio conceptual.

La didáctica de la física debe estar basada en modelos teóricos descriptivos, explicativos y predictivos. Sin duda que la enseñanza de la física pasa por la descripción de los fenómenos, por lo que las actividades deben estar diseñadas

para que el alumno intente construirse una imagen del fenómeno y poder expresarla y en algunos casos hasta reproducirla .

La relación entre la causa y el efecto nos lleva a la argumentación en torno a un determinado fenómeno o problema. Explicar es dar razones, hacer ver a los demás lo que en un inicio no parece claro y tiene que ver con la formación y transmisión de conceptos a través de símbolos. Así pues, las actividades propuestas en las que se pide al alumno que explique, llevan necesariamente a que haga uso del lenguaje y la argumentación lógica, cosas que la didáctica de la física no puede dejar a un lado.

Como consecuencia de la descripción y la explicación se debe mostrar al alumno que la síntesis de los dos elementos anteriores la encontramos en la predicción, esta última etapa es la más importante, ya que en esta etapa es donde podemos sintetizar mediante modelos matemáticos toda la carga conceptual. A través de la aplicación el alumno moviliza sus conocimientos, se da la asimilación y acomodación (Piaget 1982) hasta llegar a un equilibrio, el cual se presenta cuando después de haber construido el alumno sus premisas e hipótesis puede comprobar su validez (aprendizaje significativo).

La didáctica de la física no es un conjunto de reglas que en su aplicación ofrezcan la seguridad de alcanzar resultados óptimos, la didáctica de la física es una actividad de investigación en la que el laboratorio es el aula, el profesor debe ser un gran observador del proceso de aprendizaje y debe registrar los comportamientos y resultados emitidos por sus estudiantes e intentar darles una interpretación lo mas objetiva posible

El profesor plantea una línea de trabajo, pero el estudiante es quien dice con su desempeño el destino de esa línea inicial. Como vemos, la didáctica de la física es antes que otra cosa la investigación de las formas y modos en que el alumno aprende (García 2006), también es la oportunidad para visualizar o simbolizar las fallas y conflictos de aprendizaje. Por otro lado, si decimos que el profesor asume su actividad docente aceptando que tiene mucho que ver con la investigación,

entonces el diseño de las actividades, debe buscar que los alumnos se involucren en actividades donde tengan que ejercer su autorregulación, esto significa que el alumno asume la responsabilidad de su proceso, y el profesor de esta forma tiene mayores oportunidades para interpretar los procesos de aprendizaje de cada uno de sus estudiantes .

En la didáctica de la física un aspecto relevante lo encontramos en la comunicación. Los conceptos son principalmente generalizaciones y explicar dichas generalizaciones requiere de un adecuado uso del lenguaje. La interacción entre alumno-maestro y alumno–alumno requiere como condición el desarrollo de habilidades comunicativas.

En sí, la didáctica de la física debe de ser un examen permanente de las teorías y de los supuestos en que basan su discurso científico los alumnos y el profesor.

Finalmente podemos decir que la didáctica de la física es una actividad dinámica, que se encuentra en continuo cambio, que se confronta y cuestiona a partir de los resultados objetivos. En cuanto a contenidos y procedimientos, la didáctica de la física es un diálogo permanente que exige el examen de las ideas y que requiere de una gran creatividad en su aplicación y demostración sin dejar en todo momento de reconocer que toda práctica en el aula tendrá que partir de un conocimiento básico sobre los procesos de aprendizaje.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y EXPLICACIÓN POSIBLE

3.1. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN PROBLEMAS

Si nos ubicamos en el nivel medio superior, la enseñanza basada en problemas encuentra un buen espacio para su desarrollo ya que el pensamiento formal ha sido desarrollado (Piaget, 1983). Una de las críticas que comúnmente se hacen al sistema tradicional de enseñanza, es que los profesores parten de conceptos y reglas y posteriormente buscan su aplicación (en el mejor de los casos). Así pues, en el momento en que el alumno busca una aplicación solamente hace uso de la memoria dejando sin desarrollar las habilidades necesarias relacionadas con el trabajo científico.

La experiencia ha mostrado que los alumnos no encuentran el sentido o razón del por qué aprender determinada fórmula o principio. No obstante de que la mayoría de los profesores observan este fenómeno continúan su clase sin aceptar que el lenguaje simbólico manejado por ellos ya no es el mismo lenguaje utilizado por los alumnos para comprender el fenómeno físico en cuestión⁹.

Uno de los errores en los que con mayor frecuencia incurren los docentes es confundir un problema con un ejercicio. Para el caso del ejercicio se le pide al alumno que automatice una serie de procedimientos para situaciones muy acotadas, mientras que un problema va mas allá: un problema en primer lugar debe resultar un desafío para el alumno, debe ser significativo (cercano a su realidad). En un problema el estudiante tiene que aplicar sus conocimientos previos interpretando y planteando un nuevo esquema que resuelva el conflicto y desarrolle sus habilidades (Perales, 2000)

Partir de lo concreto para que gradualmente se vaya construyendo conceptos generales, es en lo que mucho investigadores creen debe estar basada la

⁹ De Sánchez, M.A. (1991). Desarrollo de habilidades del pensamiento. Razonamiento verbal y solución de problemas. México : Trillas.

enseñanza de la física (Pozo y Carretero, 1987). Los estudiantes en su gran mayoría realizan y emiten sus opiniones desde su visión concreta, por ello un problema debe tratar de plantearse en contextos abiertos.

Cuando un problema no crea la necesidad de realizar un cálculo inmediato haciendo uso del algoritmo adecuado, el problema se vuelve una fuente para la investigación del fenómeno en cuestión. La física es una ciencia de lo concreto y por ello es una ciencia fenomenológica la cuál se comprende mediante conceptos elaborados a partir de la realidad sensible. En el proceso de enseñanza aprendizaje el alumno debe experimentar la creación de dichos conceptos, el error se encuentra en la transmisión de dichos conceptos pues se les presentan a los alumnos como objetos acabados, en donde el papel del alumno a lo sumo se limita a la adquisición y repetición de dichos conceptos.

Con la enseñanza basada en problemas el estudiante vive de alguna forma las experiencias de los propios científicos: interpreta, compara, deduce y crea alternativas que puedan dar una explicación satisfactoria que lo lleve a la solución del problema.

Los problemas con los que se ha de trabajar deben de reunir los siguientes puntos:

- Que la propuesta del problema no busque que el alumno desarrolle destrezas en la aplicación de algoritmos, lo que conduciría como consecuencia a tener alumnos brillantes en física, mientras no se trate de resolver problemas de física.
- Comenzar el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de un problema, y no dejar hasta el final la solución de problemas
- La resolución de problemas no debe ser enseñada a partir de esquemas definidos (datos, fórmula, sustitución, comprobación, etc.) pues con ello el componente heurístico característico de la solución de problemas se ve reducido.

- Evitar los problemas “tipo” que dejan poco margen a la creatividad y participación original de los estudiantes
- Dar un peso menor a la obtención de respuestas correctas por parte de los alumnos y valorar con un mayor peso los procesos propuestos por los alumnos
- A partir de los errores y la revisión de los procesos, lograr que el alumno acceda a la meta cognición
- Que el problema tenga un grado mas allá del mínimo en cuanto a su complejidad evitándose la repetición mediante series de ejercicios
- El problema propuesto deberá ser significativo para el alumno
- El problema deberá de hacer uso lo menos posible, de cantidades que induzcan al alumno a la sustitución mecánica en una fórmula o modelo ya establecido.

3.2. LA AYUDA ENTRE IGUALES

Los objetivos de la ayuda entre iguales se pueden alcanzar con la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), pues el profesor puede formar equipos con la intención de fomentar la socialización del conocimiento y que los integrantes del equipo tengan una meta en común.

Vigotzky(1990) señala que el conocimiento es un producto social y en ese sentido la construcción del conocimiento se da a través del diálogo. Por otro lado, William Doise (1982) señala que las sociedades alcanzan mejores niveles de desarrollo en la medida en que existen diálogo y discrepancia, pues se da un clima de debate en el cual las posibilidades para alcanzar un mayor nivel de desarrollo aumentan.

La constitución de equipos para la solución del problema, permite generar diálogo y discrepancias en lo que toca a los enfoques e interpretaciones por parte de los alumnos. También en la medida en la que el diálogo se genera, se va creando una estrategia colectiva que en su proceso completo ayuda al alumno a visualizar la

forma en que se construyó la solución dándose como consecuencia la meta cognición¹⁰.

3.3. LA EVALUACIÓN COMO MEDIO DE INTERVENCIÓN

Desde un principio se debe hacer la distinción entre la acreditación y la evaluación, la primera tiene que ver con lo académico administrativo, mientras que la segunda tiene que ver con los niveles de aprendizaje logrados.

La evaluación nos lleva hacia una valoración de los aprendizajes mientras que la calificación nos proporciona una cuantificación. En muchas instituciones de nivel medio superior en México se califica pero no se evalúa. Si no existe una evaluación como consecuencia no habrá reflexión sobre la metodología implementada en clase y también será muy difícil tomar decisiones encaminadas a mejorar el aprendizaje de cada uno de los alumnos.

Al dar mucha importancia a la calificación se deja a un lado la parte más importante del proceso de enseñanza aprendizaje consistente en analizar los resultados de los alumnos, ya que a partir de un análisis de los resultados la planeación sufre cambios y se potencializa la búsqueda de mejores resultados.

La pregunta obligada sería ¿Cómo evaluar?. Para responder a esta pregunta es necesario que el profesor tenga claro cuales son sus objetivos a lograr y a partir de esto el siguiente paso consiste en determinar cuál será la didáctica a ser aplicada y las actividades a realizar. Ahora bien, ni la evaluación ni la calificación pueden depender de un solo instrumento, para cada actividad se debe diseñar su instrumento de evaluación y cuantificación respectivo, es necesario registrar y cuantificar todo esfuerzo realizado por los alumnos como resultado de las actividades de aprendizaje.

¹⁰ Constructivismo pedagógico. Teorías y aplicaciones básicas. Mavilo Calero. Alfaomega 2008 pp 111 - 113

En cuanto a la calificación o la cuantificación de los resultados, ésta dependerá del profesor ya que tendrá que darle un peso específico a cada actividad. Una de las obligaciones básicas que debe cumplir el profesor es informar, al inicio del curso (al menos en el nivel medio superior), cuales serán sus criterios para calificar, ya que en esa medida el alumno entenderá que lo que se proyecta como actividades de enseñanza aprendizaje tienen importancia.

La evaluación tiene dos objetivos principales:

- 1- Analizar en que medida se han cumplido los objetivos para detectar posibles fallas en el proceso de enseñanza
- 2- Propiciar la reflexión en los alumnos en torno a su propio proceso de aprendizaje (metacognición)

La evaluación resulta ser un proceso de aprendizaje para el alumno y la institución.

Los aspectos a ser evaluados los podemos sintetizar en el siguiente cuadro:

¿A quién se evalúa?	¿Qué se evalúa?
Al alumno:	Conocimientos. Habilidades. Capacidades o destrezas. Actitudes. Aptitudes. Intereses y expectativas.
Al profesor - facilitador:	Dominio del tema. Trabajo grupal. Aplicación de técnicas didácticas. Uso de recursos didácticos. Manejo de instrumentos de evaluación.
Al proceso enseñanza - aprendizaje:	Organización y secuencia para el logro de los objetivos.

Como la evaluación es un acto de reflexión se debe considerar que los productos de aprendizaje vertidos por el alumno a través del uso de su memoria no son los más importantes, todo lo contrario, se debe reconocer que el análisis, la síntesis, el desarrollo del pensamiento hipotético deductivo y la capacidad de expresión deben ser a la larga los aspectos más importantes ha desarrollar en el alumno. Como se dijo inicialmente, en la determinación de los objetivos de aprendizaje se debe tener en claro que habilidades han de ser desarrolladas y como habrá de evaluarse si se han adquirido.

En cuanto a la elección del instrumento de evaluación, éste va de la mano de la técnica didáctica empleada. Por ejemplo, si un profesor basa su práctica en la exposición oral, su evaluación quedará limitada a la solicitud de información referente al tema expuesto y no se le podrá pedir al alumno que resuelva un problema y evaluar procesos ya que en la práctica docente no se usó ninguna técnica relacionada con la solución de problemas.

La evaluación actual que se muchos profesores practican en el nivel medio superior en México, está principalmente enfocada a los contenidos, dejando a un lado la evaluación de los modos de construcción del conocimiento por parte de los alumnos; el pensamiento crítico y el pensamiento creativo pocas veces son reconocidos .

La evaluación tradicional en las aulas del nivel medio superior está principalmente enfocada a la cuantificación, mientras que la evaluación formativa en muchos casos se hace a un lado.

A partir de la reforma propuesta en la RIEMS se propone que la evaluación vaya dirigida hacia las competencias, como consecuencia los procesos y no los resultados pasan a formar el objetivo principal en la evaluación. Como se ha mencionado, la evaluación está en función de los objetivos trazados en un inicio y la evaluación de las competencias tiene que estar basada en la precisión de las habilidades ha ser desarrolladas, para el caso de las ciencias la RIEMS señala cuales son las habilidades básicas

- Desarrollo del pensamiento crítico
- Desarrollo de las habilidades relacionadas con el pensamiento hipotético deductivo
- Desarrollo de las habilidades relacionadas con el procesamiento y la transmisión de la información
- Desarrollo de la capacidad para la solución de problemas

La evaluación es una actividad inevitable dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. Es el medio con el cuál se determina si la ruta escogida en un inicio nos lleva al punto u objetivo que se había señalado en un principio. Existe en muchos profesores la confusión en torno a qué es evaluar y qué es calificar pues vemos que la calificación es producto de la evaluación, que una calificación sin una evaluación de poco servirá para el desarrollo cognitivo en el alumno.

La evaluación no es una actividad exclusiva del profesor, si no que también recae como actividad en el alumno. En la autoevaluación el alumno reconoce sus logros y limitaciones, adquiriendo puntos de referencia para sus procesos de aprendizaje.

3.4. EL PAPEL DEL PROFESOR COMO MEDIADOR

En el aprendizaje basado en problemas el profesor sigue siendo una figura importante en el proceso de aprendizaje del alumno, pues además de encargarse de presentar el problema y formar los equipos de trabajo, su actividad consiste en un primer momento en observar el comportamiento del grupo ante el desafío presentado.

En la enseñanza convencional el profesor tiene un firme control sobre los objetivos de aprendizaje ya que éstos son clara y directamente presentados él. Por el contrario, en el aprendizaje basado en problemas la responsabilidad del aprendizaje recae principalmente en el alumno, sin embargo, este aprendizaje dependerá en gran medida del buen desempeño del profesor como guía.

Al no funcionar como un instructor convencional, el profesor necesitará mantener un equilibrio entre la participación y la distancia prudente. Su papel será tanto más importante cuanto más permita a los alumnos manejarse con independencia en el proceso. Cabe señalar que para que los alumnos puedan destacar, es necesario que la participación del profesor sea muy atinada y sutil, pues de ésta dependerá que los alumnos se mantengan interesados en el proceso, formulen las preguntas que lleven a los objetivos de aprendizaje adecuados, eviten problemas recurrentes, encuentren las estrategias de trabajo apropiadas y las fuentes documentales necesarias y finalmente fomenten y mantengan una actitud de trabajo y aprendizaje óptimos.

Si se considera ahora al conflicto cognitivo como punto de partida, en este momento el profesor deberá observar el estado de ánimo de los estudiantes, ya que es probable que ante el cambio de práctica educativa el alumno sienta que algo le falta pues está acostumbrado a las conferencias magistrales o a la repetición de algoritmos de manera mecánica. Al plantear un cambio en el proceso de enseñanza, en donde ahora el alumno es el principal actor, para muchos de ellos se puede llegar a que les genere angustia y esperen que el profesor en algún momento vuelva a la clase acostumbrada (conferencia magistral).

Como podemos ver este primer contacto con una nueva propuesta didáctica obliga a que el profesor se acerque a los equipos y les infunda confianza, planteándoles en un primer momento que la resolución del problema en equipo será parte de una evaluación y no de una calificación. Por otro lado, el profesor debe indicar claramente que aspectos evaluará y qué es lo que busca con la realización de cada actividad.

Pasado este primer contacto, se espera que los alumnos comiencen a interpretar el problema. En esta etapa el alumno inicia una organización interna en la que activa sus concepciones y conocimientos previos y los trata de relacionar con la situación problemática, que para ese momento ya sea convertido en un conflicto cognitivo .

El profesor debe estar atento a las discusiones o aproximaciones de solución construidas por los alumnos, ya que en la mayoría de los casos después de un tiempo de haber discutido el problema los alumnos llegan a un punto en el que ya no hay más comentarios, es ahí donde el profesor debe intervenir realizando una serie de preguntas relacionadas con las afirmaciones de los alumnos.

El objetivo de esta intervención radica en generar el debate y el cuestionamiento de los argumentos y a partir de esta discusión encontrar nuevas opciones tras haber puesto en examen las afirmaciones vertidas en un inicio.

CAPÍTULO IV

LA DIDÁCTICA

4.1. PROPUESTA METODOLÓGICA

La didáctica que se propone consiste en una serie actividades cuyo objetivo es que el alumno logre reconocer y comprender los conceptos básicos del movimiento periódico.

Para ello se proponen cuatro actividades:

Actividad A1 (La onda y la perturbación del medio)

Actividad A2 (Propagación de una perturbación en el medio)

Actividad A3 (Reconocimiento de la frecuencia de un movimiento periódico a partir de la perturbación del medio)

Actividad A4 (El péndulo)

y la solución de un problema

Actividad A5 (Viaje al espacio)

de forma que el alumno, a partir de sus sentidos, confronte sus ideas previas con la realidad física del movimiento ondulatorio. Se cuestionará al alumno en torno al fenómeno que observará, tratando de crear en él un desequilibrio (conflicto cognitivo). Una vez que hayamos logrado establecer este estado de desequilibrio se le solicitará a los alumnos que se agrupen en equipos de no más de 5 integrantes cuya tarea será discutir y encontrar, entre todos, alternativas que solucionen los cuestionamientos relacionados con el fenómeno observado.

El profesor jugará el papel de monitor y orientador en las discusiones de cada equipo, siendo cuidadoso en no dar las respuestas de forma inmediata, pero tampoco deberá obstaculizar el proceso de búsqueda del estudiante.

El profesor deberá darse cuenta en que momento las discusiones no pueden avanzar y es precisamente en ese momento cuando, ante todo el grupo, integrará la serie de aproximaciones elaboradas por cada equipo, de forma que se logre un consenso mínimo en torno a los conceptos involucrados.

Cuando a un alumno se le solicita la explicación de algún fenómeno físico se pueden evidenciar los procesos de construcción que utiliza y a partir de ellos podemos deducir cuales son los puntos que dentro de su aprendizaje le representan obstáculos.

La solicitud de un mapa conceptual es una técnica apropiada de investigación ya que con el mapa conceptual se puede visualizar cuántos conceptos maneja el alumno y sobre todo la forma en que los entiende y relaciona con otros conceptos.

Después de que el alumno haya realizado las cuatro actividades programadas, podemos dar paso a la solución de un problema, en donde el contexto es totalmente distinto y en apariencia nada tiene que ver con las experiencias desarrolladas anteriormente. El problema que se propone es el de un viaje al espacio y la determinación de que tan cerca se encuentra la nave espacial de la Tierra, considerando que desde que despegaron, los pasajeros abordo han tenido las ventanas cerradas y no tienen referencia exterior alguna; solo cuentan con un reloj, una cadena y un anillo como medios para determinar su posición con respecto de la Tierra o de cualquier otro cuerpo celeste. Este problema busca que los alumnos apliquen los conceptos adquiridos en las cuatro actividades y que la solución del problema, evaluada a través de ensayos y mapas conceptuales, nos permita determinar si el alumno ha tenido avances en lo que respecta al desarrollo de sus habilidades científicas.

La planeación de la didáctica no tendría sentido sin una evaluación adecuada que cumpla, tal como se planteó en el capítulo I, con los siguientes puntos:

- Analizar en que medida se han cumplido los objetivos para detectar posibles fallas en el proceso.
- Propiciar la reflexión en los alumnos en torno a su propio proceso de aprendizaje (meta- cognición)

Cuando el maestro presenta la solución final, es un buen momento para invitar a los alumnos a que reflexionen en torno a los pasos y dificultades que encontraron en la solución del problema. Por otra parte, si el objetivo principal era que los alumnos adquirieran los conocimientos relacionados con el movimiento periódico, la evaluación a través de los ensayos y los mapas conceptuales permitirá conocer si este objetivo se cumplió.

4.2. UBICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON EL BACHILLERATO Y SUS PROGRAMAS

Las actividades que en este trabajo se desarrollan están organizadas tomando en cuenta los objetivos que se desean alcanzar y los contenidos que plantean los programas de la UNAM para el bachillerato. Se especificarán cuales son las actividades que los alumnos deben realizar y cuáles son las que el maestro debe hacer. También se establece la sesión en la que se evalúa y los instrumentos que se utilizarán para ello.

CONTENIDOS DECLARATIVOS

- 1.1 Concepto de onda
- 1.2 Medios de transmisión
- 1.3 Frecuencia, Periodo
- 1.4 Oscilaciones y fuerzas restitutivas

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

2.1 Asimilación por conceptos

2.2 Argumentación lógica en la solución de un problema

2.3 Análisis de casos y a partir de ellos la deducción e inferencia de que fenómeno se trata

2.4 Utiliza procedimientos ordenados para conceptualizar e inferir las consecuencias de un fenómeno físico.

2.5 Describe, relaciona e interpreta las características de un fenómeno

CONTENIDOS ACTITUDINALES

3.1 El alumno considera importante los conceptos expuestos y construidos

3.2 El alumno muestra interés en el trabajo en clase

OBJETIVOS

O1. Que el alumno comprenda que una onda es una perturbación que se propaga a través de un medio. Cabe mencionar que no nos referiremos a las ondas electromagnéticas, las cuales no necesitan un medio para propagarse.

O2. Que el alumno comprenda como influye el medio en la transmisión de una onda

O3. Que el alumno comprenda el concepto de frecuencia y periodo a partir del estudio de una vibración

O4. Que el alumno comprenda que una oscilación es un movimiento periódico

O5. Que el alumno comprenda e identifique cuáles son las fuerzas que intervienen en un movimiento oscilatorio a partir del análisis del movimiento de un péndulo

O6. Que el alumno aplique los conceptos adquiridos en la solución de un problema

4.3. ACTIVIDADES

4.3.1. LA PERTURBACION DE UN MEDIO (Actividad A1)

Etapa de asimilación

Si formamos de manera ordenada 500 fichas de dominó dejando 4 cm de separación entre cada una de ellas y empujamos una de ellas, digamos que la primera ¿qué es lo que sucede?

Si las fichas se alinean una tras otra a distancias arbitrarias y se empuja una de ellas ¿qué es lo que sucede?

¿Qué es necesario hacer para que al empujar la primera ficha se llegue a mover la última ficha del arreglo?

Generación del conflicto (asimilación)

Si en el centro de un estanque de agua quieta tiras una piedra ¿qué es lo que sucede con el agua en el estanque?

Regresando al caso del dominó, al caer las fichas unas tras otra ¿cambio su posición?

¿Cuándo se generó el movimiento y qué fue lo que se transmitió?

¿Qué similitudes encuentras entre el movimiento de las fichas de dominó y el que se observa cuando se tira una piedra en un estanque?

Cuándo los objetos vibran, ¿en torno a qué vibran?

¿Encuentras alguna relación entre el movimiento de las fichas de dominó, la piedra arrojada al estanque de agua y la vibración de un objeto?

4.3.2. LA PROPAGACION DE UNA PERTURBACIÓN (Actividad A2)

Etapa de asimilación

La construcción de un teléfono

Vamos a experimentar con un sistema de comunicación a distancia sumamente sencillo, con el que muchos de nosotros hemos jugado siendo niños.

Utilizaremos dos vasos de plástico duro o rígido a los cuales practicamos un pequeño agujero en el fondo. A continuación, pasamos una cuerda fina a través de los orificios y hacemos un nudo en cada extremo de la cuerda. Pedimos a dos estudiantes que estiren la cuerda de modo que quede tensa y les pediremos que utilicen nuestro teléfono alámbrico. Uno de los estudiantes utilizará uno de los vasos como micrófono y mientras que otro utilizará el otro vaso como bocina.



Etapa de desequilibrio. Se inicia el conflicto cognitivo

¿Qué sucede?

Se solicita a los alumnos que inicien la discusión en equipos. El profesor asiste a cada equipo e interviene haciendo las preguntas necesarias con el fin de orientar la discusión en la búsqueda de la respuesta correcta. Algunas de estas preguntas son las siguientes:

Si dejamos de estirar la cuerda ¿el sonido se seguirá propagando? Expliquen su respuesta

¿Cuáles son los cambios que notan al cambiar de cuerda?

¿La transmisión del sonido tiene que ver con la longitud de la cuerda o su grosor? Expliquen su respuesta

El profesor tras haber escuchado las distintas explicaciones relacionadas con el fenómeno expondrá su respuesta (Principios de la clase magistral):

“Veamos lo que ha sucedido en este proceso. Nuestra voz produce un sonido que se propaga por el aire en forma de onda sonora. Cuando esta onda sonora incide contra un material elástico y rígido, como el fondo del vaso, le transmite sus vibraciones, las cuales son transmitidas a la cuerda (medio material) y a través de ella alcanzan el otro vaso; es decir, la cuerda transmite las vibraciones al fondo del otro vaso y éste al aire, que propaga el sonido hasta el oído de nuestro interlocutor.”



Seguimos experimentando

Presentación del problema (Trabajo en equipo)

Queremos demostrar que el sonido puede transmitirse a través de distintos medios materiales como lana, cable, y otros materiales... Para ello probaremos como se transmite el sonido a través de estos y otros materiales.

Materiales que utilizamos: Vasos de plástico de diferentes tamaños, hilos de lana , cables (de cobre y nylon) y goma elástica

Queremos investigar cómo mejorar este sencillo sistema de comunicación. Para ello, vamos a trazar un plan detallado que se base en las siguientes cuestiones:

¿Cómo se transmite mejor el sonido: con la cuerda tensa o floja? Se transmite mejor con la cuerda tensa.

¿Qué materiales mejoran la calidad del sonido?

- Cordel: transmite muy bien el sonido.
- Cable: transmite el sonido, pero no tan bien como el cordel.
- Cable de nylon: no transmite el sonido.
- Gomas elásticas: transmiten mal el sonido, puesto que se amortigua el sonido

¿Cómo afecta el grosor de la cuerda a la transmisión del sonido? ¿Se transmite mejor si la cuerda es más o menos fina ?

Como indicamos en el ejercicio anterior probamos con una cuerda de nylon, que es bastante gruesa y con un cordel, que es mucho más fino que la cuerda de nylon.

A la hora de transmitir el sonido lo hace mucho mejor el cordel que la cuerda de nylon. Así pues, se puede afirmar, que el sonido se transmite mucho mejor si la cuerda es fina que si es gruesa, independientemente del material con que esté hecha.

El sonido es mucho más claro si se utiliza una cuerda corta, en el caso de que se utilizara una cuerda más larga, el sonido es más impreciso y se entiende con mayor dificultad.

¿Es mejor usar vasos de plástico rígido o vasos de plástico blando?

Los resultados muestran que es mejor y más aconsejable utilizar vasos de plástico duro, rígido.

¿Cómo influye la forma de los vasos? ¿Cuál es la forma óptima?

Probamos con distintos tipos de vasos: conos, vasos cúbicos, elaborados con cartulina, etc.

El que nos dio mejor resultado fue el que tiene el fondo más estrecho que la parte superior.

Era el único vaso que hacía que el sonido se escuchara con mayor intensidad, esto se debe a que gracias al estrechamiento actúa como un pequeño “altavoz” ampliando el sonido, de manera que se entienda con mayor claridad.

Además de la información recogida en los apartados anteriores, podemos hacer muchas otras actividades con los vasos. Por ejemplo, conectar más de dos vasos. Si cruzamos varios hilos atados a más de dos vasos, el sonido se propaga en más direcciones y, aunque un poco difuso, se oye en más puntos

También podemos emplear distintos tipos de vasos para comprobar su sonoridad, vasos de yogur, y otros... Se pueden probar nuevas maneras de emplear el teléfono de vasos, como por ejemplo, mojar el hilo y comprobar si la sonoridad ha mejorado, empeorado o permanece igual.

4.3.3. EL RECONOCIMIENTO DE LA FRECUENCIA DE UN MOVIMIENTO PERIÓDICO A PARTIR DE UNA PERTURBACION (Actividad A3)

Etapas de asimilación

Para el caso de las vibraciones y el concepto de frecuencia se propone la siguiente experiencia

Seis botellas de vidrio del mismo tamaño de cuello estrecho, se llenan con diferentes cantidades de agua, posteriormente se golpea suavemente con una cuchara metálica cada botella y se procede a escuchar las diferentes notas producidas

Etapa de desequilibrio

¿De qué depende que se produzca la nota más alta?

Etapa de ajuste

Se busca que el alumno identifique en primer lugar que la botella que tiene más agua será la que produzca la nota más alta.

Formación de una nueva estructura cognitiva

Ya que el sonido se produce cuando vibran los objetos y el sonido es una onda, entonces también se puede decir que dichas vibraciones se propagan y que al número de vibraciones que detectamos en una unidad de tiempo se le denomina "frecuencia" del sonido.

Al aumentar la frecuencia, la nota del sonido se hace más aguda. Cuando se golpean las botellas se produce la vibración de las moléculas del aire que se encuentra en su interior, la columna de aire de la botella que tiene más agua es más corta y como consecuencia vibra más generando con ello un sonido más alto.

4.3.4. EL PÉNDULO (Actividad A4)

PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL MOVIMIENTO PERIÓDICO



Se construye un péndulo a partir de una masa que se sujeta a una cuerda

Cuerda 30 cm

Objeto < 1 kg

Reloj con manecillas

Se forman equipos de trabajo de 4 alumnos

Procedimiento

Se hace oscilar el péndulo y se mide el tiempo en que tarda en realizar un ciclo, es decir en partir de un punto y regresar a éste.

Se reduce 5 cm la longitud de la cuerda que sostiene la masa y se mide el tiempo en que tarda en realizar un ciclo (ida y vuelta)

La misma operación se repite acortando la cuerda en 5 cm hasta que la cuerda quede con 5cm de longitud

Longitud de la cuerda	Tiempo que tarda en realizar un ciclo
30 cm	
25 cm	
20 cm	
15 cm	
10 cm	
5 cm	

Repite el mismo experimento pero ahora cambiando el peso del cuerpo sostenido por la cuerda

¿Qué sucede con el tiempo en que tarda en realizar un ciclo, cuando disminuye la masa ?

¿Qué sucede si aumentamos la masa?

¿Al haber cambiado la masa del péndulo los resultados relacionados con el tiempo en que tarda en realizar una oscilación cambiaron?

¿Qué sucede con el tiempo en que tarda en realizar un ciclo cuando disminuye la longitud de la cuerda?

¿Qué sucedería con el tiempo en que realiza una oscilación completa si aumentamos la longitud de la cuerda del péndulo?

¿De qué depende el número de veces en que se da el movimiento de ida y vuelta de la masa?

¿Cuáles son y donde se aplican las fuerzas que actúan en el péndulo?

¿Dependerá el número de ciclos u oscilaciones de la fuerza gravitacional?

Elabora un gráfico que relacione la longitud con el tiempo de oscilación usando cualquiera de las masas a partir de los datos que obtuviste

Explica tu respuesta

Cuando la masa del péndulo va de un lado a otro presenta un movimiento que se repite, sin embargo poco a poco va disminuyendo hasta que la masa se queda en reposo y vuelve a su estado inicial (estado de equilibrio)

Sabemos que has medido el tiempo en que tarda la masa en dar un recorrido de ida y vuelta variando la longitud de la cuerda del péndulo y la masa que cuelga de la cuerda ¿que pasaría si en lugar de tener un reloj que marca 60 minutos y que tiene 60 divisiones correspondientes a cada minuto lo cambiamos por un reloj que solo tenga 15 divisiones ?

¿Y si las divisiones en la carátula del reloj son ahora 120 ?

¿Qué es lo que ha cambiado, el movimiento del péndulo o la medición del tiempo?

Si el péndulo tuviera un movimiento constante y no se detuviera ¿le podrías asignar a cada movimiento de ida y vuelta una o varias divisiones en el reloj de 15 y de 120 divisiones?

Entonces encontramos que a cada movimiento de ida y vuelta en el péndulo le podemos asignar un número de acuerdo con el número de divisiones uniformes que hayas elegido en tu reloj (toma en consideración que las manecillas de tu reloj se desplazan a una velocidad constante)

La división inicial en tu reloj determinará la medida a la que deberán estar las siguientes divisiones, a esta primer división le denominamos “patrón de medida del tiempo”

Cuando la aguja de tu reloj ha realizado un recorrido completo (12hrs), inicia nuevamente el siguiente recorrido, para el caso del péndulo también se inicia el siguiente recorrido pero como habrás podido observar, el siguiente recorrido del péndulo no es igual al primero ya que va disminuyendo, si ese fenómeno le sucediera a tu reloj la aguja tardaría más tiempo en volver al punto final (que marca las 12hrs) que también sería el de inicio (imagina tu reloj convencional con

60 divisiones) sabemos que si esto sucediera diríamos que el reloj se ha “atrasado”

¿Que hace que el reloj no se atrase?

¿Por qué el péndulo si disminuye su desplazamiento?

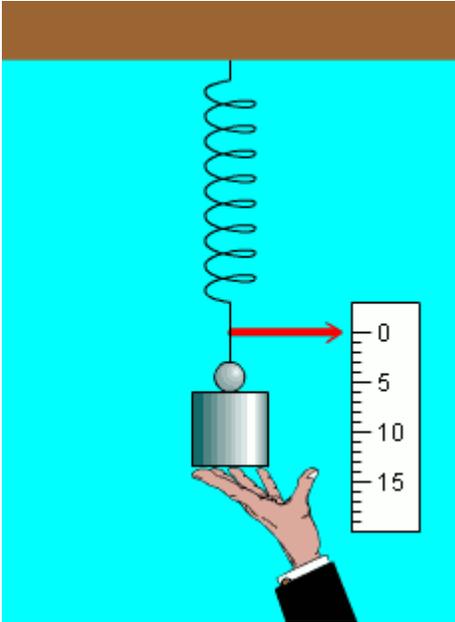
¿De que crees que dependería que el péndulo pueda mantener la misma amplitud de sus desplazamientos, es decir que no disminuyan?

El carrusel de una feria realiza un movimiento similar al del reloj de manecillas. Lo que los hace comunes es el hecho de que en ambos casos su movimiento se repite. Tanto para el carrusel como para el reloj de manecillas, el movimiento repetitivo depende de un mecanismo interno que hace que la velocidad permanezca constante y con ello pueda mantener desplazamientos iguales en tiempos iguales.



En el caso del péndulo, si éste no cuenta con un mecanismo que le ayude a mantener un desplazamiento constante, la amplitud del movimiento irá disminuyendo.

La razón por la que el péndulo va disminuyendo sus desplazamientos se debe a la misma razón por la que un resorte después de haber sido comprimido, regresa después de algunas oscilaciones a su estado inicial (posición de equilibrio)



Si el resorte se comprime o se estira, se han cambiado sus condiciones iniciales, es decir, su estado de equilibrio. De forma análoga, si el péndulo está en reposo y lo empujamos habremos perturbado su estado inicial y, si no existe una fuerza que se oponga habrá una reacción que lo lleve igual que al resorte a su condición o posición inicial y cada movimiento de ida y vuelta (oscilación) habrá de disminuir poco a poco

La siguiente expresión representa el valor del periodo de oscilación de un péndulo en términos de su longitud y la aceleración de la gravedad, es decir se trata del cálculo del tiempo en el que el péndulo realiza una oscilación

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Utilízala con los mismos datos para la longitud que utilizaste en tus mediciones del tiempo de oscilación. Recuerda que $g=9.8\text{m/s}^2$.

Longitud de la cuerda	Tiempo que tarda en realizar un ciclo
30 cm	
25 cm	
20 cm	
15 cm	
10 cm	
5 cm	

Compara estos resultados con los resultados que obtuviste en tu práctica

¿A que conclusiones puedes llegar?

El tiempo en que el péndulo tarda en dar una oscilación depende principalmente de la longitud de la cuerda, el valor de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ representa una constante entonces

¿De acuerdo con tus observaciones iniciales se cumple esta ecuación?

¿Tuvo algo que ver la masa sostenida por la cuerda?

Si tuvieras que medir el tiempo en la Luna con el uso de un péndulo como ya lo hemos venido trabajando ¿como serían ahora tus resultados?

¿Si conoces el valor de g correspondiente a la Luna podrías determinar cuántas oscilaciones realiza un péndulo en un determinado tiempo?

¿Cómo lo harías?

Explica tu respuesta

Discute los siguientes cuestionamientos en equipo con la ayuda del profesor.

-Elabora un mapa conceptual relacionado con el concepto de movimiento periódico

-Un péndulo se monta en un elevador que sube con aceleración constante ¿El periodo o tiempo en que tarda en realizar una oscilación aumenta, disminuye o no cambia?

Explica tu respuesta mediante un diagrama de flujo o un mapa conceptual

-Presenta dos aplicaciones del fenómeno relacionado con el péndulo en la vida cotidiana

-Elabora un ensayo de la actividad realizada apoyándote en otras lecturas relacionadas con el movimiento ondulatorio

-Presenta un reporte en el que señales como te has sentido con esta actividad tratando de describir los procesos y estrategias que utilizaste para la solución del problema, señalando con cuales te sentiste más seguro y con cuales no.

4.3.5. EL PROBLEMA Y SU CONTEXTO (El viaje al espacio)

Considerando que uno de los factores que favorece el aprendizaje es la elaboración o selección de un buen problema, se propone una experiencia didáctica en la que se busca observar como el alumno aplica sus conocimientos previos y como va construyendo nuevos conceptos. El medio para evaluar los puntos anteriores es la solicitud de un mapa conceptual y la elaboración de un ensayo. Hay que hacer notar que en lo que corresponde al ensayo y al mapa conceptual, el alumno necesita ser informado de su estructura y que es lo que se espera con su elaboración en lo relacionado con los procesos y conceptos solicitados

Problema

Una nave espacial rapta a un ser humano y se lo lleva a un viaje que seguramente no planeaba hacer. En la nave espacial la persona raptada solo cuenta con la cadena de plata que traía colgada al cuello, su anillo y su reloj. Dado que la nave

se encuentra totalmente cerrada no puede observar el camino y no tiene referencia alguna con el exterior.

¿Podrá esta persona determinar que tan lejos se encuentra de la Tierra?.

¿Podrá determinar que tan cerca o lejos se encuentra de la Luna?

La solución de un problema depende en gran medida de lo capaces que seamos de determinar de lo que se trata. La investigación ha llevado a modificar la forma en que se redacta el enunciado de un problema, de forma que se omite establecer cantidades y se trata de establecer un problema abierto tal como lo recibe un investigador superando con ello lo que los autores llaman “metodología de la superficialidad” (Gil Pérez, 1983)

Ante la solución del problema, la mayoría de los estudiantes mostraron poca profundidad y solo unos cuantos fueron más allá de las condiciones iniciales en que el problema fue planteado. Esto significa que la mayoría de los alumnos no hacían una interpretación del texto relacionado con el problema, sus lecturas eran superficiales sin hacer conjeturas ni análisis mínimos

Sin duda uno de los fenómenos que se presentaron de forma más clara fue aquel que tiene que ver con la lectura del problema y la escritura de las posibles soluciones. Así pues, se puede afirmar que uno de los obstáculos que impiden la correcta comprensión del fenómeno se encuentra en las habilidades de lectura y escritura.

Otro fenómeno interesante es el que tiene que ver con la idea de conflicto cognitivo. Si reconocemos que el conflicto cognitivo se presenta cuando los conocimientos y habilidades que posee un estudiante no son suficientes para la solución de un problema, la búsqueda del alumno de una solución al conflicto, sacudirá sus concepciones previas y le llevará a encontrar una solución, ya que los elementos con los que actúa tienen una intensidad

El alumno ante el problema tuvo que construirse una representación interna que le diera la posibilidad de formular simbólicamente su respuesta, dicha representación, para el caso del viaje a la Luna, tuvo un efecto importante tras haber sido construido en forma colectiva, también se pudo evidenciar que cuando el alumno se enfrentó al problema de manera individual, sus construcciones y proyecciones solicitadas (mapas conceptuales y ensayos) fueron pobres en comparación con las que el mismo alumno presentaba cuando había trabajado en equipo.

En lo que toca a la movilización de conceptos y conocimientos, si nos apoyamos en la investigación de Vernaud (1987-1991), donde nos señala que los conceptos son productos de las acciones de los sujetos sobre situaciones físicas de forma articulada, el alumno antes de enfrentar el problema ya ha pasado por este estadio, es después de ese momento cuando se puede poner a prueba que tanto el alumno tiene dominio sobre esos conceptos, al encontrarse el alumno ante un problema tal como el del viaje espacial en donde tendrá que articular y organizar una estrategia de solución es ahí donde el alumno realiza la movilización de sus conceptos ya adquiridos, sin embargo ante dicha movilización el profesor debe estar atento ya que el alumno se encuentra inmerso en la construcción de un proceso, para el profesor la situación problema y su solución podrá ser un caso carente de dificultad, pero para el alumno es un desafío a sus estructuras cognitivas que se han puesto a prueba.

El profesor debe ser el mediador que ayude a estructurar y movilizar los conceptos requeridos para la solución del problema. No obstante que los alumnos realicen un buen esfuerzo, puede ser necesario que el profesor identifique sus carencias y diseñe estrategias para resolverlas. Tal vez en algún momento se deberá dejar a un lado el problema y detenerse a trabajar aspectos necesarios para que el alumno pueda realizar un buen anclaje conceptual.

En el camino a la solución del problema también se encontró aspectos conceptuales que aun no han quedado consolidados en el alumno, que como ya lo

he mencionado si se continúa avanzando estas lagunas conceptuales irán siendo cada vez obstáculos mayores, considero que en lo que a la enseñanza de la física corresponde, es mejor la profundización, detenernos e ir quizás más lentos debido a que aparecen inconvenientes conceptuales que deben ser resueltos sacrificando con ello que la extensión.

4.4 ANALISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN (Patrones Comunes)

Los alumnos examinados de las tres escuelas (CCH, CB y ENP) mostraron mejorías sustanciales en la medida en que habían trabajado la solución del problema en equipos. Sin embargo, las dificultades y errores no dejaron de aparecer.

Los patrones más comunes en la solución del problema fueron los siguientes:

- Las respuestas estaban basadas en lo que el profesor había afirmado previamente y no en sus propias conjeturas.
- El alumno identifica variables y constantes (tiempo, fuerza, gravedad, etc.) pero no realiza una conexión propositiva, es decir, no alcanza a elaborar un discurso lógico.
- Algunos estudiantes (los menos) realizan incipientes hipótesis en base a supuestos que ellos aceptan (ideas previas) y de los que tratan de derivar una conclusión.
- El alumno utiliza una serie de ideas y conceptos que no tiene claros y son usados intentando encontrar de manera aleatoria la respuesta, implicando que el alumno no esté seguro en que bases o fundamentos basa su respuesta.
- Aproximadamente el 21% de los estudiantes sí llegan a estructurar su discurso a partir de premisas hasta la elaboración de conclusiones.
- En un 24% de los estudiantes analizados la transmisión de sus ideas es clara (oral y escrita).

- En un 12% de alumnos persiste el uso de conceptos que pertenecen a sus creencias o ideas previas, las cuales son presentadas sin el menor examen de validez
- Un 65% de los alumnos da la respuesta al problema en función de sus experiencias sensibles primarias, realizando afirmaciones sin atender a la causa o causas y efectos.
- Un 10% de los alumnos captó la relación entre el anillo, la cadena y el reloj sin la ayuda del maestro y propuso una solución basada en los principios del movimiento ondulatorio.
- Un 15% de los alumnos fueron inmediatos en afirmar la importancia del concepto del péndulo en la solución del problema
- Solo un 31% de los estudiantes afirmaba en base a una causa y un efecto

Como podemos observar la movilización de conceptos pasa por una serie de obstáculos e inercias, que van desde la percepción del fenómeno hasta la forma en que los alumnos comunican sus ideas y construyen sus representaciones. Con la didáctica utilizada se pudo tener una aproximación al fenómeno de enseñanza aprendizaje ya que se tuvo la oportunidad de detectar estos patrones. Por otro lado, como lo señalan los porcentajes varios estudiantes mediante el uso de esta didáctica comenzaron avanzar y a desarrollar sus habilidades, para la mayoría de ellos era la primera vez que tenían que resolver un problema situado en un contexto sin cantidades numéricas ni forma.

La aplicación de la didáctica basada en la solución de problemas, como se ha señalado, puede ser un buen instrumento que ayude a realizar una investigación en torno a los procesos cognitivos y sus resultados ante la enseñanza-aprendizaje de la física.

De todo lo anterior se puede obtener una buena lección, la cual consiste en reconocer cuales son los puntos débiles en el proceso de enseñanza aprendizaje y plantear la reformulación de la didáctica en base a los problemas evidentes

relativos a la construcción, transmisión y aplicación de conceptos relacionados con la física. Algunos de los problemas principales son los siguientes:

1. Problemas de lectura y escritura
2. Una gran dependencia del alumno en el profesor
3. La falta de elaboraciones discursivas concluyentes
4. Dificultad en la comunicación de conceptos
5. Persiste la práctica de explicar un fenómeno desde las percepciones sensibles del alumno
6. El alumno no reconoce en un problema la causa y el efecto.

4.5. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE HABILIDADES CIENTÍFICAS (Competencias)

EVALUACION DE LAS IDEAS PREVIAS

CUESTIONARIO

- 1-¿A qué se debe que podamos escuchar?
- 2-¿Por qué el sonido no se escucha igual cuando el ambiente es frío?
- 3-¿Qué es lo que hace que el sonido pueda viajar?
- 4-¿Qué es el sonido?
- 5-¿Qué es una onda?
- 6-¿Cómo se produce una onda?
- 7-¿Qué transporta una onda?
- 8-¿De qué depende la transmisión de una onda?
- 9-¿Qué relación encontrarías entre el movimiento de un péndulo y una onda?

10 –¿Menciona tres ejemplos de movimientos relacionados con una onda?

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN PROCEDIMIENTOS Y HABILIDADES (H1)

PROCEDIMIENTO	REGISTRE SI SE OBSERVA	COMENTARIOS
Identifica el tipo de tema científico involucrado		
Identifica las palabras claves		
Aplica el conocimiento de la ciencia para describir e interpretar fenómenos y predecir cambios		
Uso de evidencias científicas para afirmar o extraer conclusiones		
Las acciones tienen claro los propósitos y condiciones en función de la respuesta solicitada		
Dominio apropiado de sus procesos		
Sentido otorgado al procedimiento		
Se sigue el procedimiento adecuado conocimiento de los pasos		
El alumno puede nombrar los pasos de su procedimiento		
El alumno puede explicar a otros el procedimiento utilizado		
El alumno pudo hacer un uso funcional de lo aprendido en otro contexto		
El alumno realizó un esfuerzo		
El alumno mostró interés		

por la actividad		
El alumno tuvo cuidado en la ejecución de sus procesos		
El alumno mostró persistencia en superar sus dificultades		

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE CONTENIDOS DECLARATIVOS (D1)

En relación con el movimiento ondulatorio y la síntesis expositiva, se le solicita al alumno elaborar un mapa conceptual en donde se pueda apreciar:

1-El concepto principal

2-La relación entre el concepto principal y los conceptos derivados de éste

3-Aparezcan los conectores necesarios que hagan los enlaces correctos

ELEMENTOS A SER EVALUADOS EN LA ELABORACION DEL MAPA(P1)

ELEMENTOS	SE OBSERVAN SI O NO	COMENTARIOS
Jerarquía		
Conceptos		
Relaciones entre conceptos		

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN PARA LAS ACTITUDES (A1)

Registra el número que más se acerque a tu opinión en relación con el estudio de la física

Importante	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Trivial
Interesante	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Sin interés
Divertido	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Aburrido
Agradable	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Desagradable
Fácil	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Difícil
Justo	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Injusto

EVALUACIÓN DE HABILIDADES H2 (Resolución de problemas)

Nivel de dominio	Indicador	Descriptorios				
		1	2	3	4	5
Argumentación lógica en la	Argumenta sin afirmar más de lo que puede probar	Carece de un orden lógico en el análisis de un problema	Capta pero no se explica coherentemente lo que sucede con el fenómeno en cuestión	Define significativamente El sentido de un problema	Explica con orden los elementos de un problema	Transmite con detalle la explicación de un problema
	Analiza los casos, a partir de ellos, puede inferir de que fenómeno se trata	Confunde la lógica de las causas	Confunde las causas con las consecuencias	Distingue adecuadamente los factores que influyen en el fenómeno o problema	Realiza la clasificación de los factores que intervienen en un problema	Aplica el orden causa efecto deductiva mente para la solución de un problema
	Razona	No da	Plantea un	Elabora la	Visualiza y	Resuelve

resolución de un problema	ordenadamente sus argumentos	respuesta y presenta confusión ante la solución de un problema	camino de solución pero no elabora su secuencia	de solución pero no alcanza a ver la totalidad del sistema	secuencia de una solución pero no totalidad del sistema	expresa la totalidad del sistema pero no deduce la solución	mediante un método que generaliza causas y efectos y a partir de ello propone una solución
---------------------------	------------------------------	--	---	--	---	---	--

EVALUACIÓN DE HABILIDADES H3 (Pensamiento lógico)

Niveles de dominio	Indicadores	Descriptor				
		1	2	3	4	5
Relaciona e interpretar características de un fenómeno	Describe los elementos de un fenómeno físico	No distingue los elementos esenciales de un fenómeno	Distingue algunos elementos de un fenómeno	Distingue elementos pero no los puede ordenarlos correctamente	Ordena y distingue correctamente	Ordena por características y relaciona mediante un diagrama cada una de sus partes
	Relaciona el orden de un discurso	No agrupa las ideas dentro de un texto	Reconoce las ideas pero no las relaciona	Reconoce y relaciona las ideas pero no lo hace en orden correcto	Relaciona cada una de las ideas en un orden correcto	Escribe y comunica cada una de las relaciones de ideas de manera correcta

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. INSTRUMENTACIÓN DE LA DIDÁCTICA

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la puesta en práctica de las cuatro actividades y el problema citados en el capítulo II, cuyo objetivo era la movilización de conceptos y el desarrollo de habilidades científicas. Estos datos fueron obtenidos durante la práctica docente realizada en los meses de abril y mayo del 2009 en la Escuela Nacional Preparatoria No 5 de la UNAM y en los meses de noviembre y diciembre del 2009 en la ENP No 8 y en el Colegio de Bachilleres No 6.

En esta práctica docente se puso a prueba la didáctica y se verificó si esta favorecía el aprendizaje y desarrollaba habilidades científicas en los alumnos a partir de una planeación constituida por nueve sesiones y utilizando un método de investigación cualitativo, con un enfoque descriptivo –explicativo.

5.2. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN Y SU EVALUACIÓN EN BASE A LA ESCALA Y CRITERIOS PISA EN CIENCIAS

Se evaluaron 114 alumnos, con edades entre los 17 y 20 años, entre los que se encontraban estudiantes de sexto año de la ENP 5, estudiantes de sexto año de la ENP 8 y estudiantes del quinto semestre del Colegio de Bachilleres. Considerando los 6 niveles que establece PISA en el área de ciencias, los resultados arrojados tras haber implementado la práctica docente fueron los siguientes:

14.7% se ubica en el nivel 1

35.0% se ubica en el nivel 2

29.4% se ubica en el nivel 3

14.7% se ubica en el nivel 4

6.2% se ubica en el nivel 5

5.3. ANÁLISIS DE LA ASIMILACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y DE LA CAPACIDAD PARA ARGUMENTAR LOGICAMENTE LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA

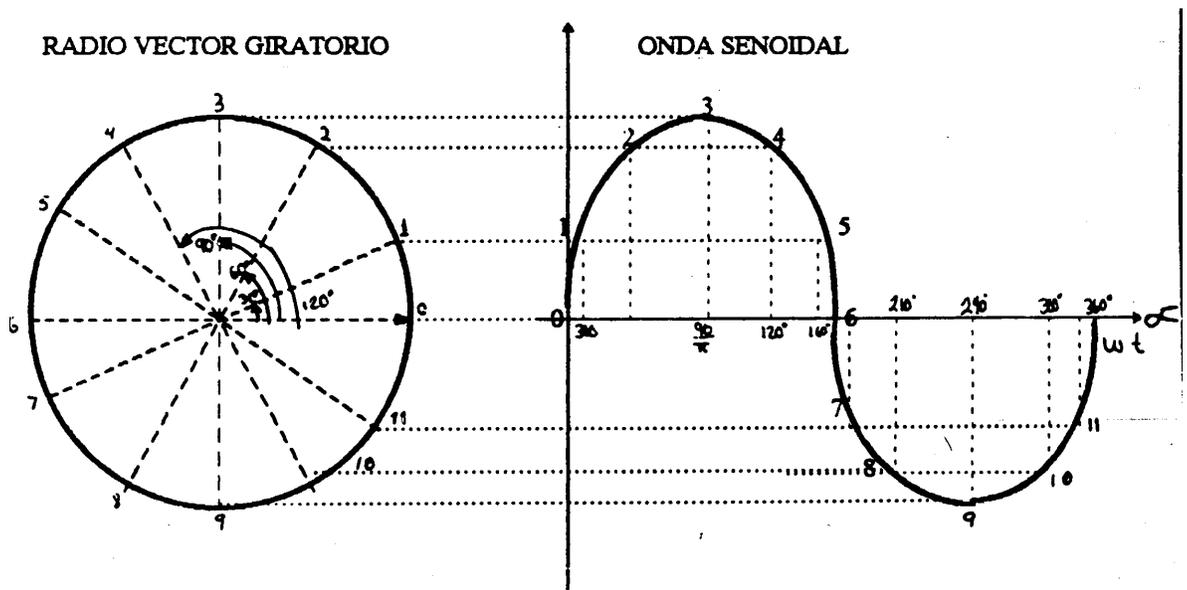
En la evaluación aplicada a los alumnos de tres dependencias distintas, se pudieron observar patrones comunes, lo cual quiere decir que los alumnos no muestran grandes diferencias con respecto a sus demás compañeros. A continuación se enlistan los patrones:

- El alumno contesta las interrogantes a partir de lo que conoce sin detenerse a cuestionarse sobre la validez de ello.
- Los alumnos tuvieron la libertad de contestar sin haber restricción alguna y sus respuestas fueron limitadas e intermitentes. En la mayoría de los casos, al inicio de la puesta en práctica de la didáctica no se registraba la habilidad para construir un discurso lógico mínimo.
- Las ideas previas jugaron un papel relevante en la construcción de conceptos, el uso de las ideas previas es el primer recurso que el alumno utiliza, sin embargo en muchos casos su uso no es garantía de solución. Por ejemplo, durante la práctica un número importante de alumnos utilizó el concepto de fuerza, siendo que en la práctica docente no se le dedicó un tiempo significativo a este concepto ya que no se encontraba dentro de los objetivos de aprendizaje. No obstante de esto, un número muy alto de alumnos, específicamente 48, utilizaron este concepto para tratar de explicar el fenómeno ondulatorio.
- En cuanto a la asimilación de conceptos se pudo observar que los resultados fueron más altos en la medida en que el descubrimiento y la explicación del concepto estuvo acompañado de la construcción de una experiencia concreta (como la elaboración de un péndulo o el arreglo de las fichas de domino). Aunado a esto, podemos incluir los puntos o

conceptos que fueron reforzados por el profesor mediante una exposición magistral posterior a la experiencia de aprendizaje cooperativo realizada por los alumnos.

- En lo que respecta a los conceptos de frecuencia y periodo, la respuesta de los alumnos fue muy favorable. Lo que facilitó su aprendizaje fue la experiencia concreta con el péndulo y las botellas con agua, aunado al hecho de que el profesor expuso la representación gráfica, en donde se relaciona la frecuencia con el número de ciclos en base a la velocidad angular mediante un círculo trigonométrico y un radio vector.

Radiovector



- En el caso de los conceptos de longitud de onda y amplitud, los resultados obtenidos fueron pobres, lo cual puede atribuirse al hecho de que en la exposición realizada por el profesor, no se hizo mención a estos conceptos relacionándolo con un ejemplo significativo o una experiencia concreta. Así pues, aunque el profesor dio una explicación ante el grupo, la falta de una experiencia concreta influyó de forma determinante en el aprendizaje.

- Un hecho relevante fue la asimilación (frecuencia 45) del concepto de onda como una perturbación y sobre todo que se entendiera que dicha perturbación no transporta materia sino energía.
- El haber realizado las actividades del teléfono, las fichas de domino y el péndulo, contribuyó a que el alumno pudiera comprender cómo actúa la perturbación en la generación de una onda.

Cabe destacar que la presentación, por parte de los alumnos, de ejemplos relacionados con perturbaciones del medio se dio en distintos contextos.

Hay que mencionar, que 30 alumnos presentaron en sus evaluaciones ejemplos relacionados con áreas tecnológicas (aplicaciones de las ondas en la Radio, el Sonar ,la TV, los Rayos X), siendo que el profesor nunca solicitó dichos ejemplos en la evaluación, sin embargo, los alumnos fueron más allá del contexto de la clase. Una posible respuesta a esta reacción por parte de los alumnos la encontraríamos en primer lugar en el grado de asimilación del concepto y en el interés despertado en los alumnos después de haber trabajado bajo el método de la experiencia sensible y la movilización de conceptos, usando el método del aprendizaje basado en problemas.

Por último, se debe mencionar que 6 alumnos mostraron niveles bajos (frecuencia 6 nivel 1) y que en los tres casos presentaron un intento de solución del problema (propuesto a todo el grupo) basado en el uso del concepto de masa. Esta respuesta se puede interpretar como el uso de ideas previas como única alternativa. También se presentaron dos casos de alumnos cuyo desempeño fue nulo, las causas no están claras ya que también su asistencia a clases fue irregular.

A partir de las soluciones al problema planteadas por los alumnos del Colegio de Bachilleres y de la Escuela Nacional Preparatoria, teniendo como base que todos ellos ya habían realizado las actividades propuestas para la construcción de los

conceptos relacionados con el movimiento ondulatorio; se pudo observar lo siguiente:

1. Los alumnos mejoran su desempeño en la medida en que socializan sus deficiencias
2. Hay poca creatividad en lo que corresponde a la propuesta de solución de un problema
3. En un porcentaje menor de estudiantes se presentó la no pertinencia respecto al nivel del curso y sus exigencias
4. Un hecho relevante fue el grado de significación de los conceptos utilizados ante la necesidad de utilizarlos en un problema concreto
5. Se detectó una mejoría en lo que toca a la elaboración de soluciones mediante el gráfico del mapa conceptual
6. Se detectó que en la medida en que se le solicitaba al alumno la elaboración de una estrategia su capacidad para recordar y comunicar el concepto mejoraba
7. Mediante la elaboración de gráficos y la exposición de éstos ante sus demás compañeros, el alumno se dio cuenta de la forma en que aprendía el concepto, de sus fortalezas y debilidades y pudo visualizar como sus otros compañeros veían de manera distinta lo que él había visto y representado
8. La asimilación conceptual mejoró en la medida en la que el profesor diseñó una didáctica basada en la experiencia sensible y en la construcción colectiva del concepto

Al resolver el problema en equipos de 5 alumnos se pudo generar un espacio de confianza para la discusión. No hay que dejar de notar que la presencia directa del profesor en muchos alumnos inhibió las posibles respuestas de los alumnos, es por ello, que el trabajar en un inicio entre “iguales” facilita el flujo de mensajes.

Ante la necesidad de resolver un problema el alumno se encontró con un desafío y como consecuencia de ello tuvo que darse a la tarea de construir alternativas de solución. Durante este proceso de construcción, el alumno revisó el grado de

comprensión que tenía de los conceptos, lográndose con ello que el alumno encontrara un sentido a cada concepto y que su comunicación se diera con fluidez y seguridad.

La solución al problema en las condiciones de libre participación y discusión entre iguales, facilitó el flujo de mensajes que traían consigo posibles respuestas, la mayoría de ellas se ajustaban a un orden casi esperado, lo cual quiere decir, que los alumnos no aportaron en su mayoría soluciones creativas en las que se pudiera observar el intento por relacionar más de dos cosas que de inicio no tuvieran relación, pero que al ser utilizadas en la solución del problema pudieran ser conectadas como posibles soluciones .

Lo anterior nos habla de que algo ésta pasando en los modos de enseñanza, el alumno tiene dificultad para creer en sus propios pensamientos, lo que lleva a que no se exprese libremente y mucho menos proponga soluciones diferentes.

Se encontró que el sistema de evaluación y acreditación que actualmente se utiliza en la educación media superior no es el adecuado, ya que un número significativo de alumnos no tienen el nivel cognitivo necesario para cursar la asignatura de física en sexto año. Este fenómeno se presento tanto en la Escuela Nacional Preparatoria como en el Colegio de Bachilleres

Resultados de la evaluación inicial y final relacionados con los contenidos declarativos del movimiento ondulatorio

Número	Concepto	Evaluación Inicial(frecuencia)	Evaluación Final(frecuencia)
1	Concepto de onda derivado de una perturbación del medio	18	45
2	Relaciona los ciclos con la idea de movimiento ondulatorio	16	43
3	Comprende los conceptos de frecuencia y periodo	19	43
4	Relaciona el concepto de fuerza con el movimiento ondulatorio	19	47

5	Relaciona el concepto de onda con sus aplicaciones	18	47
6	Relaciona el concepto de onda Con la transmisión de energía	12	46
7	Comprende el concepto de Amplitud	7	30
8	Comprende el concepto de longitud de onda	9	18
9	Relaciona el concepto de onda con el concepto de masa	2	3
10	Ningún concepto	6	9

Hay que señalar que esta tabla fue obtenida a partir de la evaluación de los ensayos y mapas conceptuales, el primer mapa y ensayo fue elaborado como una de las primeras actividades de la didáctica, el segundo mapa fue elaborado tras haberse realizado la didáctica propuesta en ésta tesis.

ARGUMENTACION LÓGICA EN LA RESOLUCION DE UN PROBLEMA

De los datos estadísticos obtenidos en la aplicación de las rúbricas H1, H2, y H3 se pudo inferir lo siguiente:

De la evaluación inicial se encuentra que 64 alumnos se ubican en lo que se consideraría como los tres primeros niveles, lo cual nos dice que el 68% de los alumnos evaluados tiene niveles bajos los demás niveles se reparten en un 32% después de haberse aplicado la didáctica encontramos que el 79% se ubica en los niveles 2 y 4

Podemos observar en primer lugar que ya no hubo alumnos en el nivel 1, que la mayoría de alumnos avanzó, es importante resaltar que un 26% de los alumnos se ubico en el nivel 4, en comparación con el 21% inicial que se ubicaban también en este nivel.

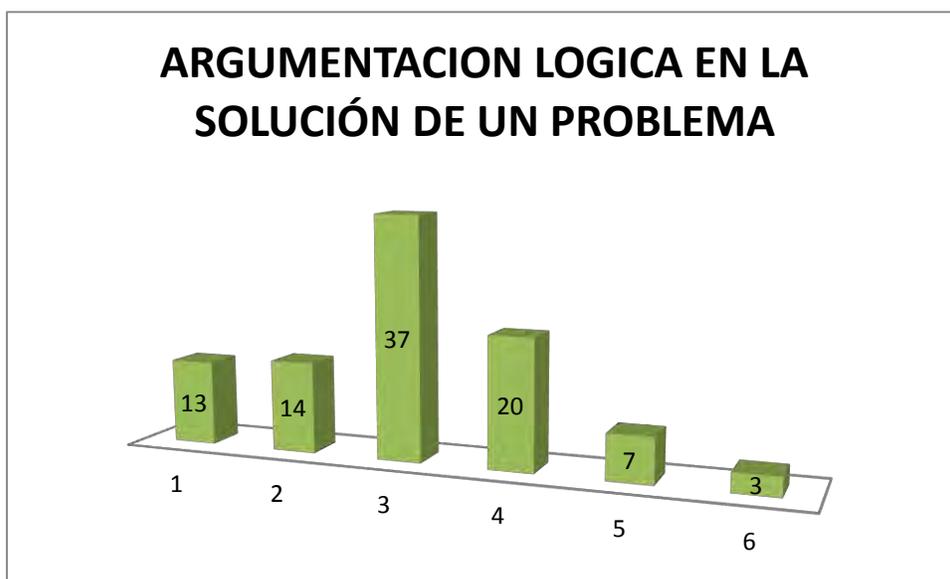
Considerando que esta evaluación se hizo a partir de la lectura de dos ensayos y dos mapas conceptuales y la recopilación de datos y su interpretación no fue

uniforme ya que la asistencia de los alumnos a clases no fue regular (inasistencia 5%) la aplicación de las rubricas resulta una aproximación con su margen de error (aproximado al 6.5%).

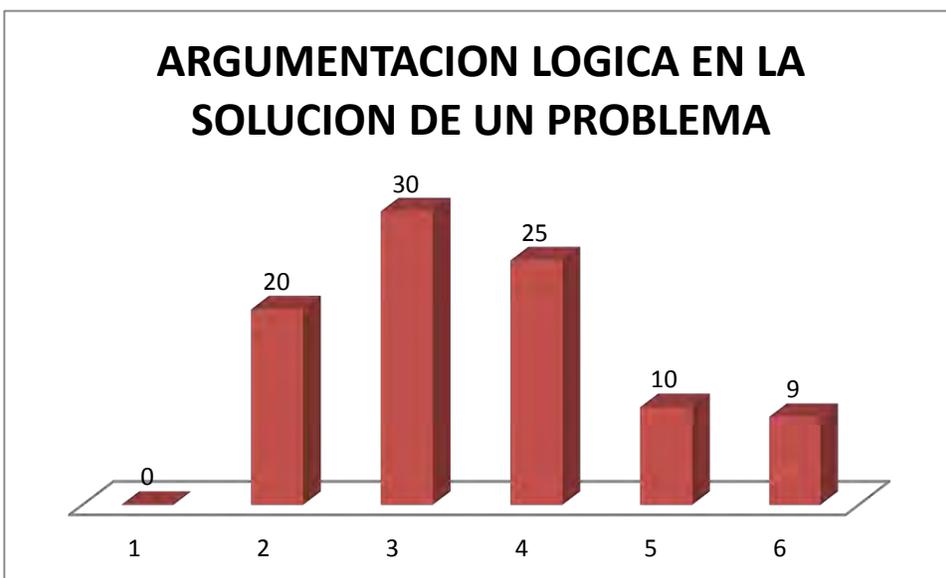
Un factor importante a ser considerado como una de las barreras que impiden el historia académica del alumno cuando éste no ha practicado alternativas de solución, sus esquemas o estructuras están demasiado rígidas, si también consideramos que dicha rigidez ésta sostenida por una mínima seguridad que los hace repetir métodos que les han funcionado en contextos ya reconocidos como son la repetición y la mecanización sin ir más allá.

Por lo anterior el aprendizaje basado en problemas (ABP) resulto un choque metodológico. Si se continúa aplicando gradualmente el ABP el alumno ira dejando atrás las falsas estructuras de seguridad antes mencionadas y puede aventurarse a la generación de sus propias estrategias de solución y aprendizaje.

Cuadro 1. Evaluación inicial antes de la aplicación de la didáctica



Cuadro 2. Evaluación final después de la didáctica



ANALIZA LOS CASOS Y A PARTIR DE ELLOS PUEDE INFERIR DE QUE FENÓMENO SE TRATA

Tras la aplicación de la rúbrica H1, los resultados nos indican que en un inicio los 104 alumnos evaluados presentaban dificultades importantes en determinar qué concepto de la física podía describir el fenómeno en cuestión. Una vez que se aplicó la didáctica los resultados mejoraron, pues de tener a 51 alumnos en el nivel más bajo se llegó a tener solo a 40 en este nivel. Por otro lado, 12 y 23 alumnos quedaron en los niveles 4 y 5 respectivamente. Así pues, se puede afirmar que ante un cuestionamiento relacionado con un fenómeno físico si el alumno no ha construido el concepto, desde y a partir de su realidad concreta, las dificultades en la comprensión del concepto aumentan.

Cuadro 3. Evaluación inicial antes de la aplicación de la didáctica



Cuadro 4. Evaluación final



UTILIZA PROCEDIMIENTOS LÓGICOS Y ORDENADOS PARA CONCEPTUAR E INFERIR IDEAS Y SUS CONSECUENCIAS

El análisis nos indica que mejoró cada uno de los niveles, el por qué se dio esta mejoría se podría acreditar a las actividades realizadas, las cuáles estuvieron basadas en la generación del conflicto cognitivo y su superación. El alumno tuvo que construir sus soluciones presentando sus avances ante sus compañeros y el profesor lo cual llevo a una revisión permanente de los productos. El trabajo del profesor fue importante ya que indujo a los alumnos a tener cuidado en la manera en que afirmaban lo que habían pensado como posible solución. Por otro lado, se observó que mediante la inducción, teniendo cuidado en el manejo de las estructuras lógicas, se pudo llegar a la construcción del concepto.

Cuadro 5. Evaluación antes de la aplicación de la didáctica



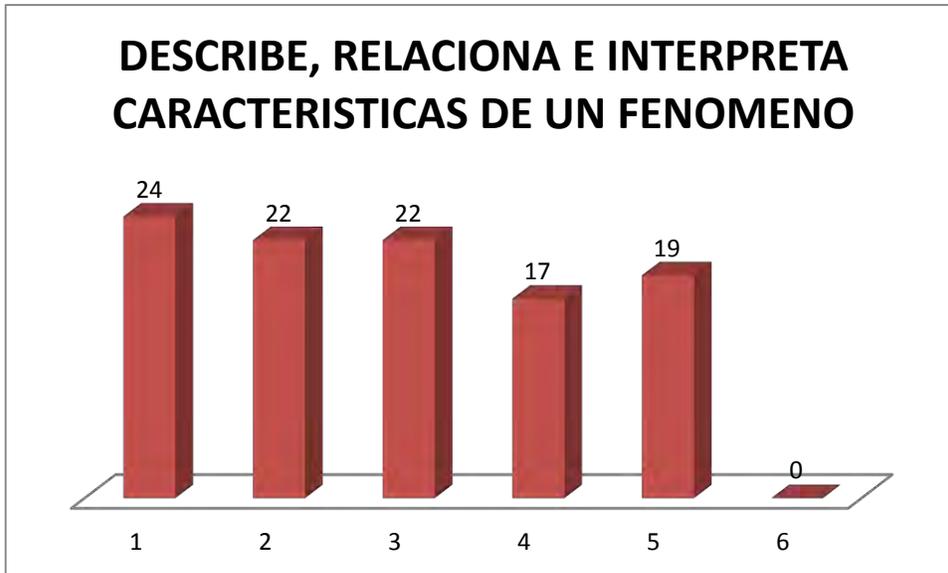
Cuadro 6. Evaluación final después de la didáctica



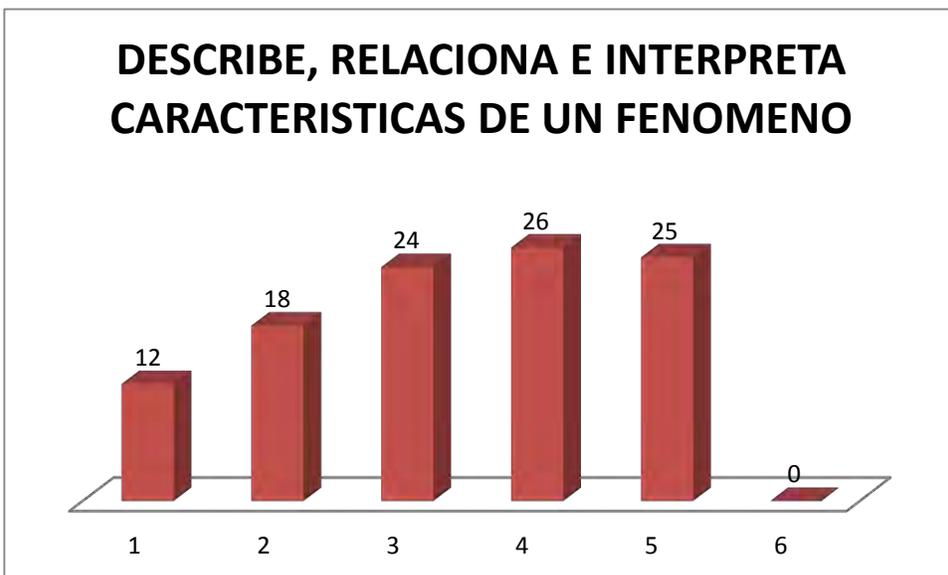
DESCRIBE, RELACIONA, E INTERPRETA, CARACTERISTICAS DE UN FENÓMENO

Se puede decir que esta habilidad manifestó niveles medio-alto se ubicaron 78 alumnos entre los niveles 3, 4, y 5 vale la pena decir que la aplicación de la técnica del ABP fue una condición para que esta habilidad se mostrara tan alta, el estimular la reflexión, y sobre todo la observación ayudo a que los alumnos pudieran identificar los componentes del fenómeno a partir de un problema abierto y significativo, incluyendo las intervenciones del profesor que orientaron las observaciones.

Cuadro 7. Evaluación inicial antes de la aplicación de la didáctica.



Cuadro 8. Evaluación final después de la aplicación de la didáctica



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Con base en las consideraciones, interpretaciones y evaluaciones de la didáctica establecidas a lo largo de este trabajo se concluye lo siguiente:

Toda práctica docente debe tomar en cuenta el contexto en que ésta se desenvuelve y tener muy claro cuáles son los objetivos que persigue y cuáles son los medios adecuados para lograr la meta propuesta. Podemos considerar que la práctica educativa puede verse de dos formas: los contenidos oficiales y los contenidos que el profesor considera pertinentes para sus alumnos. No hay práctica educativa que funcione si no es planeada para las aulas y probada en contextos distintos.

En lo que corresponde al contexto de competencias y la reforma del nivel medio superior, debemos de tener claro que estos corresponden a los propósitos de las autoridades para el nivel medio superior, pero que éstos no necesariamente tendrán que aplicarse al pie de la letra, ya que las condiciones específicas de cada comunidad educativa cambian de región en región y exigen estrategias particulares para objetivos planeados en base a la realidad escolar.

Realizar la didáctica sin considerar el contexto equivale a caminar sin tomar en cuenta las condiciones del camino, lo que podría provocar un accidente académico. El profesor debe dialogar con sus alumnos y reconocer en qué condiciones académicas y sociales se encuentran y a partir de estas condiciones planear su práctica educativa

Si bien el aspecto teórico constituyó la columna vertebral que sustenta este trabajo, de éste se tomaron los elementos que mejor servían para dar lugar al cumplimiento de los objetivos propuestos. Así pues, el elemento teórico que sustenta el inicio de la práctica docente es el conflicto cognitivo y la búsqueda del cambio conceptual.

El uso del conflicto cognitivo mostró que los alumnos se interesan al ver alterada su idea inicial, de forma que a partir de ese desequilibrio el alumno inicia la búsqueda de una respuesta. Por otro lado, también quedó demostrado que esta búsqueda lleva a un mejor resultado si en lugar de dejar al alumno en una aventura en solitario, se le permite realizarla con la ayuda de sus pares.

La construcción de la ciencia es una tarea social, pues aunque los esfuerzos personales pueden ser arduos, prolongados y exitosos, siempre es necesaria su socialización. La ciencia es entonces un producto del diálogo; entre más dialoguen los alumnos en torno a la solución o explicación de un fenómeno o problema los resultados mejorarán y se verán reflejados en cada uno de los participantes.

Las ideas previas sin duda son un elemento significativo en la construcción de un nuevo conocimiento, sin embargo, en la aplicación de la didáctica jugaron un papel poco relevante. Cuando un estudiante se enfrenta a una experiencia que involucra el uso de sus sentidos, su idea inicial deja de tener sustento ante la evidencia de la realidad. Las ideas previas persistirán mientras no haya una construcción sensible y lógica que lo hagan abandonarlas.

La didáctica mostró, tras la evaluación de las soluciones propuestas por los alumnos en la solución de un problema, que se puede lograr un cambio conceptual. Sin embargo, no es posible afirmar nada con respecto a la duración de dicho cambio, pues para ello es necesario volver a trabajar con los alumnos pasado un tiempo considerable y realizar las pruebas y mediciones necesarias, en contextos distintos, que permitan medir la duración y permanencia del cambio conceptual.

El papel del profesor se centró en romper con la inercia en la que el profesor es la fuente de todos los conocimientos (más no de las destrezas). Cuando el papel o rol del profesor cambia dando paso a un profesor que se identifica más como un compañero, es decir, como un participante más del diálogo se tiene como consecuencia que el alumno adquiere mayor confianza en sí mismo. Se observó que al poner a aquellos alumnos que un inicio asumían una posición pasiva en un

contexto en que el profesor no es el actor principal, éstos poco a poco fueron tomando confianza en si mismos a través del reconocimiento de sus compañeros y del reconocimiento que ellos hacían a sus compañeros. Ahora bien, también debe mencionarse que no en todos los casos este fenómeno se presentó como producto de la propuesta didáctica, pues hubo alumnos que en muy poco se integraron al trabajo propuesto. Es claro que un siguiente paso sería el realizar una investigación que permitiera identificar que elementos presentan estos alumnos en su conducta escolar para de esta forma poder inferir un patrón de comportamiento que amerite realizar actividades específicas que hagan que estos alumnos se integren de la mejor manera .

Cuando el alumno se encuentra ante un problema comúnmente enfrenta y realiza un intento inicial. Sin embargo, como se ha mencionado, si el alumno se encuentra solo en el intento, las probabilidades de que abandone el problema son muy altas ya que se debe considerar que el alumno se encuentra en etapa de formación y no tiene aún desarrolladas algunas habilidades que lo podrían ayudar a realizar la solución del problema de manera individual. En la didáctica que se ha propuesto se consideró la solución de un problema como una actividad colectiva que tiene como principal objetivo el desarrollo de habilidades ante la movilización de conceptos. Después de su aplicación puede decirse que los avances son considerables ya que aunque los alumnos participaron en forma colectiva en la solución, ante las evidencias que cada alumno presentó se pudo detectar que influye de manera importante en cada uno de los alumnos el haber buscado la solución en equipo. Ahora bien, lo que no se pudo alcanzar en la mayoría de ellos fue el que llegaran a una conclusión correcta en la solución del problema, el tema de la solución de problemas debe ser considerado como una investigación independiente.

En lo que respecta a la didáctica, se puede concluir que si hubo asimilación del concepto por medio de las experiencias sensibles y que fue evidente su presencia en la presentación de la solución mediante un mapa conceptual. De lo anterior se puede decir que es importante plantear problemas abiertos en los que el alumno

tenga la necesidad de construir la solución y que dicha solución sea presentada mediante diagramas y mapas conceptuales sin dejar de considerar que también la petición de un ensayo puede evidenciar en que forma el alumno construye sus soluciones. De esta manera se tiene la oportunidad para analizar la propia práctica educativa dando como consecuencia la modificación de las estrategias.

Un aspecto importante a ser considerado es la autoevaluación. Cuando los alumnos compararon su solución con los de sus compañeros visualizaron las distintas formas de analizar un problema. Al cuestionarles sobre las distintas soluciones, varios de ellos argumentaron que la solución a un problema implicaba un cierto grado de flexibilidad ya que se vale probar y equivocarse, lo que en el método científico se reconoce como el ensayo-error. La autoevaluación se consideró como el momento de cierre del proceso, lo que no está registrado es con qué frecuencia el alumno habrá de trabajar bajo estas condiciones. Tendríamos entonces que hacernos una pregunta ¿ El alumno integrará la autoevaluación como una estrategia de aprendizaje permanente ?

La pregunta anterior podría contestarse haciendo un seguimiento a la evolución del alumno en su camino dirigido a “aprender a aprender”

En cuanto a la aplicación de la didáctica, el haber realizado una planeación en la que se especifica que hace el alumno y que hace el profesor obligó a que se tuviera en claro cuáles eran los objetivos que debían ser alcanzados y cuáles eran las bases teóricas que inspiraban la realización de una tarea en específico. Con todo lo anterior se diseñaron las nueve sesiones que constituyeron la intervención didáctica. Una planeación en la que se quiera se cumplan los objetivos, debe considerar el que los objetivos sean claros en cuanto a si estos son de naturaleza procedimental, declarativos o de actitudes, de forma que se pueda determinar el tipo de actividades que habrán de realizarse tomando en consideración los tiempos y espacios disponibles. Para la realización de las actividades se debe establecer que hace el alumno y que hace el profesor, se deben elaborar instrumentos eficaces relacionados con la evaluación, la cuál será el eje sobre el

que gire la práctica educativa, y se debe programar un tiempo y espacio para que el alumno realice su propio examen de lo realizado por él mismo (la auto evaluación).

De las actividades planeadas y ejecutadas en la didáctica se puede concluir que:

El alumno encuentra significativo el aprendizaje al tener acceso a la experiencia sensible

El profesor es el facilitador y de también el motivador

El alumno encuentra menor dificultad en reproducir un concepto si antes ha vivido y ha sido participe de la experiencia, en oposición a la enseñanza verbal

El trabajo colaborativo facilita el aprendizaje y es una de las bases para que los alumnos se integren al trabajo y desarrollen sus habilidades

Queda la pregunta abierta relacionada con la posibilidad de que el alumno proponga y desarrolle sus propios medios experimentales y que en función de ello se pueda evaluar sus habilidades y conceptos adquiridos

Las actividades deben diseñarse a manera que el alumno encuentre de inicio un rompimiento entre lo que sabe y lo que puede ver, sentir o escuchar

Las actividades deben construirse tomando en consideración que en cada etapa el alumno irá construyendo el concepto, lo cual se debe lograr a través de cuestionamientos adecuados

El reporte de las actividades debe darse en un formato adecuado que ayude al profesor a comprender como se ha dado el proceso de aprendizaje, ejemplo de ello lo encontramos en la solicitud de mapas conceptuales y ensayos

Las actividades son el medio por el cual habrá de llegarse al concepto

Al haber concluido las experiencias sensibles, se debe trabajar como actividad complementaria la movilización de los conceptos mediante la solución de un problema abierto que implique que el alumno utilice los conocimientos adquiridos., En esta actividad el alumno estará desarrollando sus habilidades relacionadas con el área de ciencias

Con respecto a las habilidades y aptitudes de los alumnos en la solución de un problema, la didáctica nos indica lo siguiente:

El trabajo en equipo en la solución de un problema lleva a que los resultados y el interés del alumno mejoren. Por otro lado, los alumnos muestran poca flexibilidad en cuanto al uso de nuevos elementos o conceptos recién adquiridos para la solución de un problema, quizás esto se deba a que el alumno está acostumbrado a la solución con elementos previamente dispuestos (formulas) y que con estas condiciones no hay la necesidad ni la curiosidad por explorar otras posibilidades. Así pues, es importante que se proponga un problema abierto de tal manera que el alumno flexibilice sus pensamiento.

Se debe mencionar que en algunos estudiantes (un porcentaje menor) presentaron una gran falta de interés, lo cual podría atribuírsele al sistema educativo ya que se realizan las acreditaciones sin tener una verificación real de las habilidades y conocimientos de los estudiantes.

Cuando el alumno tenía la necesidad de resolver el problema, hizo uso de aquellos conceptos que fueron aplicados en un contexto relativamente significativo. En la medida en que el alumno pudo reconocer en qué momento habría que usar algún elemento conceptual ya trabajado, en esa medida, la actividad relacionada con la solución del problema se volvía significativa

Los mapas conceptuales fueron una herramienta que demostró grandes beneficios ya que con ella se pudo visualizar cuáles eran los procesos y alternativas utilizadas y también cuáles eran los obstáculos principales. El mapa conceptual no solo sirvió al profesor para interpretar el proceso de solución, también sirvió al

alumno para que hiciera una auto evaluación en la medida en que comparaba sus soluciones con las de los demás compañeros.

Por otro lado, cuando se le solicitó al alumno la elaboración de una estrategia de solución, el manejo de conceptos mejoraba pudiendo concluirse que el concepto ésta presente en el alumno en la medida en que la situación problemática lo lleva a tener la necesidad de utilizarlo. Así pues, el problema se convierte en el medio adecuado por el cuál se pueda evaluar la comprensión y manejo conceptual en oposición a los cuestionarios con los cuales se le solicite al alumno el manejo conceptual sin contexto y sin problema, dejando todo el trabajo a la mecanización y la memorización

La evaluación de las competencias ésta en función de las actividades que se propongan para este fin, es por ello, que la didáctica propuesta está basada en gran parte en la solución de problemas en contextos abiertos y significativos, rompiendo con la falsa idea de que un ejercicio es un problema. El saber hacer solo se cumple cuando las actividades en el aula están dirigidas principalmente a los alumnos, cambiando con ello la inercia en la que la clase magistral es el único recurso de enseñanza. Mientras no se le de la oportunidad al alumno de explorar y corregir sus propias investigaciones es poco probable que las habilidades se puedan desarrollar.

Los resultados de la práctica educativa realizada tuvieron como base de comparación, o patrón de medida, los seis niveles determinados por PISA para el área de ciencias. En base a ellos, se pudo notar que tras la aplicación de la didáctica, los alumnos se ubicaron principalmente en los niveles 1 y 2, los cuales son niveles bajos, pero debemos considerar que el número de intervenciones estuvo limitado a nueve sesiones. Por lo anterior, se puede concluir que para alcanzar niveles mayores se debe trabajar más tiempo siguiendo la línea marcada por la didáctica expuesta en esta tesis y que en dicho proceso no se puede dejar a un lado la revisión y corrección de la propia didáctica a partir de los datos arrojados por los instrumentos de evaluación empleados

De acuerdo con el método utilizado en la obtención de los datos estadísticos (método cualitativo) se pudo mostrar como iniciaban los alumnos antes de aplicarse la didáctica y como mejoraban la mayoría su rendimiento, Aunque los avances observados no pueden ser concluyentes, puede considerarse que son un primer paso. En el caso del desarrollo de habilidades, se tiene tres principales problemas

- 1- La elaboración de instrumentos de evaluación con una gran precisión
- 2- Proponer actividades en las que el alumno encuentre un espacio adecuado para el desarrollo de sus habilidades y que además cumplan con los contenidos del plan de estudios
- 3- Que el alumno demuestre el manejo de dichas habilidades en contextos distintos

Como se ha visto, el examen más importante al que se deben enfrentar los alumnos y para el que los debemos preparar es el de la vida. De nada sirve que un alumno acumule una gran cantidad de conocimientos si no es capaz de movilizarlos ante un desafío de la realidad. El pedir que los alumnos transfieran sus conocimientos y los utilicen en la solución de un problema se ha convertido en la meta principal del sistema de educación media superior, de esta manera se habrá confirmado que el alumno en ese momento tienen la habilidad requerida o esperada, no sabemos cuánto tiempo esta habilidad pueda presentarse en un estudiante pues para ello se requeriría de un estudio específico lo que se encuentra fuera del alcance de este trabajo.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, D. P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune & Stratton.

Ausubel, D.P. (1968). Educational psychology - a cognitive view. New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., and Hanesian, H. (1978). Educational psychology: A cognitive view. 2nd. ed. New York, Holt, Ronehart and Winston.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1983). (2a. ed.). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. México, Editorial Trillas.

Braghiroli, C. (1993). Conceptual or methodological defficiency? A case study showing a theory in action. Trabajo presentado en el III Seminario Internacional sobre Concepciones Alternativas y Estrategias Educativas en Ciencias y Matemática, Cornell University, U.S.A., 1 al 4 de agosto.

Caravita, S. (2001). Commentary: a re-framed conceptual change theory? Learning and Instruction, 11 (4-5), pp. 421-429.

Carey, S. (1985) Conceptual change in childhood. Cambridge, MA, MIT Press.

Carey, S. (1991) Knowledge acquisition: enrichment or conceptual change. In E. Margolis y S. Laurence (Eds) C

CLEMENT, J. (1998). Expert novice similarities and instruction using analogies. International Journal of Science Education, 20(10), pp. 1271-1286.

CHI, M., GLASER, R. y REES, E. (1982). Expertise in Problem Solving, en Stenberg, R. (ed.). Advances in the Psychology of Human Intelligence. Hillsdale. Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

CHI, M., FELTOVICH, P. y GLASER, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. Cognitive Science, 5, pp. 121-152.

De Sánchez, M.A. (1991). Desarrollo de habilidades del pensamiento. Procesos básicos del pensamiento. México : Trillas.

De Sánchez, M.A. (1991). Desarrollo de habilidades del pensamiento. Razonamiento verbal y solución de problemas. México : Trillas.

Gardner, M.K. (1985). Cognitive psychological approaches to instructional task analysis. En Review of educational research, 12. Washington, D.C

Liguori, Liliana; Noste, María Irene, (aut.) (2007) Editorial Madrid, S. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES. Enseñar a enseñar Ciencias Naturales.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar una metodología y una didáctica que nos permita, de forma metódica y sistemática, obtener información sobre la enseñanza de la Física en el nivel medio superior en México, particularmente en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Aplicando el aprendizaje basado en problemas, se detectan las características más comunes en los estudiantes ante la construcción de conceptos relacionados con la ciencias en especial con la Física. Los resultados obtenidos permiten concluir que el estudiante puede desarrollar y mejorar de manera notable su comprensión y habilidades en la medida en que se le proponen experiencias en la que deban proponer soluciones más allá de la simple mecánica de un ejercicio. También se evidencia una mejor comprensión de los conceptos de la Física cuando este fenómeno se relaciona con su entorno y con la aplicación de los sentidos.

ABSTRAC

The main purpose of this work is to obtain, through a methodological and systematic way the use of data about the phenomenon of the teaching of physics in the high school level in Mexico, especially at the National Autonomous Mexican University (UNAM).

It consists in the possibility of detecting which are the most common patterns in the students on the developing of concepts related to the science, especially with the physics, concluding that the students would develop on an outstanding comprehension and abilities since they start facing problematic experiences which are totally different to the mechanical solutions of an exercise and the usage of evidence to the physical phenomenon throughout their senses.

