

TRANSFORMACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN MEDIA CUBANA ACTUAL.

Moltó E.(1); **Fundora J.** (1); **Pedroso F.** (1); **Lastra M.** (1); **Vazquéz J.** (1); **Jacas A.** (1);

Sifredo C. (2) **Berzaín A.** (3), **Valdés P.** (4)

(1) Universidad Pedagógica “Enrique José Varona”. Ciudad Habana, Cuba.

(2) Ministerio de Educación. Cuba.

(3) Instituto Superior de Diseño Industrial. Ciudad Habana, Cuba.

(4) Instituto Superior de Ciencia y Tecnología Nuclear.

Resumen

En este trabajo se analizan algunas características de la educación general cubana y en particular de la enseñanza de la Física en ella. También se hace un análisis de las transformaciones que se están realizando en el curso de Física de la educación media cubana, precisándose algunas ideas que fundamentan estas transformaciones, así como las horas y los temas del curso de Física para la educación media básica y media superior.

Estas transformaciones han sido realizadas por el grupo de enseñanza de la Física de la Universidad Pedagógica “Enrique José Varona” (GEFIV) que dirige el autor principal de este trabajo. Las mismas comenzaron a ponerse en práctica nacionalmente en el nivel medio básico de educación en el curso 2000-2001 y en el nivel medio superior de educación en el curso 2004-2005.

Palabras claves: Transformaciones Enseñanza Física Educación Media Cubana.

1) Algunas características de la educación general cubana..

La educación general cubana está compuesta por un grado de preescolar, para los niños entre cuatro y cinco años de edad. Un nivel primario de seis grados para los niños entre cinco y once años, un nivel medio básico de tres grados (séptimo, octavo y noveno) para adolescentes entre 11 y 14 años y un nivel medio superior (educación preuniversitaria de tres grados o tecnológica de cuatro grados) para adolescentes entre

2

15 y 18 años. Esta educación es obligatoria y común hasta el noveno grado y es diversificada en el nivel medio superior. La educación en este último nivel está conformada por: Institutos Preuniversitarios Generales, Vocacionales de Ciencias y Pedagógicos; Institutos Tecnológicos de Nivel Medio y diferentes Escuelas

Especializadas como las de deporte, arte, etc. Tanto en las diferentes modalidades de preuniversitario, en los Institutos Tecnológicos de Nivel Medio, así como en las mencionadas escuelas especializadas, se recibe el título de nivel medio superior. En todas las aulas de la educación primaria, secundaria y preuniversitarios generales, se cuenta con un televisor y un vídeo. Las escuelas disponen de laboratorio de computación. Existen dos canales educativos nacionales mediante los cuales se imparten clases de las diferentes asignaturas de la educación general. También en asignaturas como Matemática, Historia y Física las clases tanto en el nivel medio básico como en el medio superior, se encuentran todas grabadas en vídeo-cassettes y existen estos con todas las clases grabadas en todas las escuelas del país. En el nivel primario se enseñan algunos elementos de Física desde el tercer grado en las asignaturas El Mundo en que Vivimos primero y Ciencias Naturales después. La Física como asignatura existe en el nivel medio básico, también denominado secundaria básica en octavo y noveno grado, donde se imparte en 105 horas en cada grado para un total de 210 horas. La misma sufrió transformaciones en este nivel desde el curso 2000-2001 teniendo en cuenta las ideas que se explica en este trabajo, En el nivel medio superior las transformaciones en la asignatura Física se comenzaron a realizar en el curso 2004-2005. En este nivel educativo existe un programa común de Física de dos grados para los diferentes tipos y modalidades que existen y un programa diversificado para algunos tipos de instituciones.

3

2) ¿Por qué ha sido necesario transformar el curso de Física en la educación media cubana?

La colosal implicación de la ciencia y la tecnología en la vida de la sociedad actual y en particular en la del ciudadano común; la presencia de aspectos referentes a la actividad científica investigadora en todas las esferas de la actividad productiva y de los servicios; los resultados alcanzados en las últimas décadas en la Didáctica de las Ciencias; la imagen negativa que tienen los estudiantes de la Física y su enseñanza; así como los insuficientes resultados alcanzados por los estudiantes en el aprendizaje de esta asignatura, imponen la inaplazable decisión de transformar en profundidad la enseñanza de las ciencias y en particular de la Física en los sistemas nacionales de

educación, y en particular con más énfasis en el nivel medio básico y medio superior de educación por el lugar y papel que desempeñan, Debido a la situación anteriormente planteada, es que se decidió comenzar en Cuba transformaciones en el curso de Física de su educación media. Estas transformaciones están siendo realizadas por el grupo de enseñanza de la Física del departamento de Ciencias Exactas de la Universidad Pedagógica “Enrique José Varona” de Ciudad de La Habana. Las mismas se basan en una concepción que responde a la necesidad de actualizar los cursos de Física en correspondencia con el contexto social, político, económico y cultural en general y que se ha denominado por los autores “Una Orientación Sociocultural de la Enseñanza de la Física”. Esta transformación tiene en cuenta el contexto en que se desarrolla la enseñanza de la Física en la actualidad y en particular las exigencias actuales de la Didáctica de las Ciencias. A continuación se plantean las ideas que han servido de bases a las transformaciones realizadas, así como los temas y horas del curso de Física en los diferentes grados de la secundaria básica y el preuniversitario general, en este último

4

caso que es donde centraremos la atención en nuestro trabajo, tanto en el programa común como en el diversificado.

3) Algunas ideas en que se fundamentan las transformaciones realizadas.

En este epígrafe se exponen resumidamente algunas ideas fundamentales en que se basa esta concepción y algunos fundamentos metodológicos para la estructuración

y desarrollo del curso de Física de la educación media cubana en las transformaciones que se están realizando.

3.1) Algunas ideas básicas de esta concepción.

a) Reflejar el carácter social y cultural de la Física en su enseñanza.

La Física como parte de las ciencias y estas como parte de la cultura, no podrán seguirse enseñando con el tradicionalismo de tratar en los cursos de esta asignatura

solo conocimientos específicos y ciertas habilidades particulares, desconociendo el

carácter social de la ciencia, su lugar en la cultura y sobre todo su incidencia en los

destinos de las sociedades y del ciudadano común en la actualidad.

Somos de la idea que una orientación social y cultural de la enseñanza de la Física tendrá que comprender los aspectos esenciales del carácter social de la ciencia, su condicionamiento político, económico e ideológico (Valdés y Valdés, 1999); el tratamiento de la experiencia de la puesta en práctica de los métodos conocidos de la actividad (Danilov y Skatkin, 1978); la experiencia de la actividad creadora expresada en las características de la actividad científica investigadora (Gil y Valdés, 1993); y las normas de relación con el mundo y entre los seres humanos, es decir el sistema de educación moral y estético (Fabelo, 1989), además de algunos elementos del cuerpo de conocimiento e instrumentaciones sobre la naturaleza, la sociedad y el pensamiento.

5

b) Considerar en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física los rasgos distintivos de la actividad científica investigadora contemporánea. La actividad científica investigadora ha penetrado en todas las manifestaciones culturales de la contemporaneidad. Las más diversas actividades de la sociedad en la esfera de la economía, la producción y los servicios están decisivamente influenciada por el desarrollo de la actividad científica investigadora. Es imposible que con este grado de influencias puedan aislarse los sistemas educativos de la enseñanza de las características de la actividad investigadora. Por otra parte es en la actividad investigadora donde se centran los elementos que propician la actitud creativa de los que hacen ciencia. No será posible alcanzar nuevos peldaños del conocimiento si ello no está conducido por la actividad investigadora. La forma de hacer ciencia hoy está marcada por rasgos distintivos de la actividad investigadora, propios de la época, tales como: el uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, la singular relación entre ciencia y tecnología, su carácter de empresa colectiva, el trabajo en colectivo, etc. El ciudadano de las sociedades actuales tendrá que dominar en sus estructuras básicas la actividad científica investigadora para aplicarla en su entorno laboral y social y ello en correspondencia con la actitud creativa que la época exige. También debe destacarse en la enseñanza de la Física los dos métodos generales de la obtención de los conocimientos en la ciencia, el inductivo y el deductivo y algunos

particulares de trabajo de la ciencia en su proceder.

c) Tener en cuenta en el proceso de enseñanza aprendizaje de la ciencia las características de la actividad psíquica humana.

El aprendizaje transcurre y se manifiesta en la actividad del educando, cuando despliega todas sus potencialidades en las actividades intelectuales que conducen al

6

sujeto a apropiase de las nuevas ideas, instrumentaciones prácticas e intelectuales y

actitudes y normas de conducta o para transformar su estructura de pensamiento y

actuación sobre algún tema, en el cual ya tenía puntos de vistas y conocimientos previos.

En la época actual todos los educadores coinciden en la necesidad de un proceso de enseñanza aprendizaje activo, para lo cual diferentes sistemas de trabajo docente

se han diseñado, tendientes, en su mayor parte, a la eliminación de formas tradicionales de trabajo.

Organizar adecuadamente la actividad del estudiante para que este alcance el aprendizaje requerido, supone la comprensión de los componentes de la actividad humana y de los rasgos distintivos de la actividad de la ciencia desarrollados durante su

largo andar en la construcción del conocimiento.

La idea enunciada está encaminada a la construcción de sistemas de tareas docentes que guíen el trabajo de los estudiantes y permitan que desde la propia clase,

el alumno despliegue todas las potencialidades de su capacidad creadora, en correspondencia con un adecuado grado de motivación, que se alcance en la propia

actividad docente, en el curso mismo de la solución de las tareas que se le asignen.

Los mencionados sistemas tareas deben estar vinculadas con objetivos y problemáticas

de interés social previamente diseñadas.

Otro aspecto importante a considerar en el desarrollo de un curso es el desarrollo psíquico de los estudiantes en correspondencia con su edad. Está demostrado que

biológicamente las posibilidades de desarrollo psíquico, así como los intereses del estudiante de secundaria básica son diferentes que los estudiantes de preuniversitario.

7

d) La existencia de niveles de profundidad ascendentes de los conocimientos y de dominio de los procedimientos en los cursos de Física de la educación media..

“Los cursos de ciencias y de Física en particular se diferencian entre otras cuestiones por el nivel de profundidad de sus conocimientos, este concepto se relaciona con el nivel de esencia con que se estudian estos. El nivel de profundidad de

un curso de Física está caracterizado fundamentalmente por el uso de la Matemática o no para el enunciado de las leyes, los modelos que se utilicen para la explicación de los objetos y fenómenos que se estudien, la explicación cualitativa o cuantitativa de los fenómenos estudiados, el uso de la inducción o la deducción en la obtención de los conocimientos y los niveles de actuación o desempeño que se le exigen a los estudiantes en la aplicación de estos conocimientos” (Rodríguez M., Moltó E., Bermúdez R., 1999; p:7).

La idea anteriormente enunciada nos llevó a tratar de manera diferente en cuanto al uso de la Matemática, de los modelos y el tratamiento cualitativo y cuantitativo el curso de Física en el nivel medio básico y medio superior.

Otro aspecto que caracteriza a un curso de Física es el dominio de los procedimientos asociados a la aplicación de los conocimientos que se le debe exigir a los estudiantes. La exigencia en este dominio debe estar en correspondencia con el desarrollo psíquico y matemático que van alcanzando los estudiante en estos niveles.

Esta idea nos llevó a considerar la existencia de niveles de dominio de los procedimientos diferentes en el curso de Física de la secundaria básica y el preuniversitario cubano.

3.2) Algunas ideas metodológicas fundamentales para la estructuración y desarrollo del curso de Física de la educación media cubana

8

- Plantear al inicio de cada tema problemáticas globales de interés social y personal para los estudiantes y/o preguntas claves derivadas de estas problemáticas cuyas respuestas servirán de hilo conductor para el desarrollo del tema. Durante el desarrollo del tema irán apareciendo problemáticas particulares que son resueltas a lo largo de cada tema.
- Guiar fundamentalmente el proceso de aprendizaje de los estudiantes a través de sistemas de tareas previamente diseñadas que respondan a las mencionadas problemáticas y a los objetivos de aprendizaje planteados. .
- Partir en el estudio de las temáticas de la valoración por los estudiantes de la importancia de lo que va a ser estudiado para su vida y para la sociedad y de la valoración por el profesor de lo que el estudiante debe haber aprendido en el nivel precedente o en su vida diaria, precisando la existencia en ellos de ideas y procedimientos alternativos.
- Lograr que los estudiantes construyan sus propios conocimientos a partir de hacer

generalizaciones utilizándose fundamentalmente la inducción en el nivel medio básico y esta y la deducción en el preuniversitario. También deben ser capaces de expresar los significados de los diferentes símbolos y la relación entre los elementos

componentes de cada conocimiento y del nuevo conocimiento con otros ya aprendidos.

- Hacer sistemática la evaluación en correcta armonía con la evaluación parcial y final

y que tenga en cuenta además del dominio por parte de los alumnos de los conocimientos e instrumentaciones, aspectos tales como: realización de los informes

y trabajos extraclases; asistencia, puntualidad, disciplina en las actividades docentes,

participación en las clases, solidaridad con sus compañeros de aula y otros valores

morales.

9

- Introducir en los temas lo histórico y el estudio de las biografías de físicos, siempre

que sea posible.

- Formular con palabras la mayor parte de las leyes en la secundaria básica y usando

la Matemática en el preuniversitario.

- Aplicar los conocimientos fundamentalmente a situaciones cualitativas con nivel de

desempeño productivo en la secundaria básica y cuantitativas y cualitativas con el mismo nivel de desempeño en el preuniversitario. En el caso del preuniversitario se

establecerán los procedimientos de trabajo. El uso de los procedimientos debe ser ejemplificado y debe lograrse que los estudiantes lleguen a ellos como generalización, producto de la realización del sistema de acciones componentes del procedimiento.

- Dar importancia al planteamiento de hipótesis y al diseño de experimentos por parte

de los estudiantes para su comprobación, propiciando la participación de los mismos

en la planificación de las acciones que realizarán con determinada instalación experimental.

- Plantear trabajos de investigación referativos sobre aplicaciones de la Física y sobre

la vida de físicos.

- Dar importancia al trabajo en equipo tanto durante las clases como en la actividad

extraclase.

Usar las tecnologías actuales de la información y las comunicación y en particular la informática, cuando sea posible, en el tratamiento informático de

algunos aspectos del contenido.

- Existir al final de cada tema tareas de sistematización y consolidación tanto cualitativas como cuantitativas de los contenidos del tema, así como propiciar que los

estudiantes hagan resúmenes y generalizaciones del estudio realizado.

10

2.2) Temas y horas de estudio por grado en el nivel medio básico y medio. .

Octavo grado (105 horas): Tema 1. ¿Qué estudia la Física y cómo trabajan los físicos?; Tema 2. Un cambio fundamental: el movimiento mecánico; Tema 3.

Propiedades y estructura interna de los cuerpos; Tema 4. Energía, su utilización, transmisión y obtención.

Noveno grado (105 horas): Tema 1: Un tipo especial de cambio: las oscilaciones y las

ondas; Tema 2. Electricidad y circuitos eléctricos; Tema 3. Electricidad y magnetismo;

Tema 4. Luz y dispositivos ópticos

Décimo grado (84 horas): Tema 1. La Física y el universo en que vivimos; Tema 2.

Descripción del Movimiento Mecánico; Tema 3. Interacciones en la Naturaleza y movimiento mecánico; Tema 4: Ley de Conservación de la Cantidad de Movimiento

lineal; Tema 5 : La energía, sus fuentes, su uso sostenible y conservación.

Onceavo grado (126 horas): Tema 1: Fenómenos térmicos y leyes de la termodinámica;

Tema 2: Electricidad y magnetismo; Tema 3: Inducción electromagnética; Tema 4:

Oscilaciones mecánicas y electromagnéticas; Tema 5: Ondas mecánicas y electromagnéticas; Tema 6: Óptica ondulatoria y cuántica; Tema 7: Física del átomo;

Tema 8: Física del núcleo y partículas elementales; Tema 9: La Física y su importancia

en la cultura contemporánea.

Dodécimo grado (190 horas).

Este programa se imparte para los estudiantes que aspiran a matricular las carreras de Licenciaturas en Físicas y Química y las ingeniarías. En el mismo existen un conjunto de temas obligatorios y otros a seleccionar. Los temas a seleccionar están en función de las características de los territorios o centros. El número de horas para el total de ellos debe ser cumplido. A continuación se plantearán los temas obligatorios y a seleccionar.

11

Obligatorios. (160 horas): Tema1: Fuerzas en la naturaleza: profundización y ampliación; Tema 2: Las leyes de conservación de la cantidad de movimiento lineal y la energía: profundización y ampliación; Tema 3: El movimiento de los cuerpos que rotan. Ley de conservación de la cantidad de movimiento angular; Tema 4: Teoría cinético molecular; Tema 5: Introducción a la Teoría de la Relatividad; Tema 6: Cosmología y física de las partículas elementales
Temas a seleccionar (25 horas).

Fuerzas y equilibrio. Estudio de los fluidos en movimiento. Física y música.

Movimiento electrones de conducción en los metales. Semiconductores y sus

aplicaciones. Redes eléctricas. Las mareas. Algo de la "física" de los ciclones. Física, fractales, caos. Física y problemas globales de la humanidad. Elementos de Física de materiales. Física y biomedicina.

Bibliografía de referencia.

- *Danilov A.M. Y Skatkin N.M. Didáctica de la Escuela Media. La Habana. Editorial de Libros para la Educación, 1978.*
- *Fabelo J. La valoración como proceso subjetivo de la conciencia humana. Práctica conocimiento y valoración. La Habana. Editorial de Ciencias Sociales, 1989*
- *Gil D. Y Valdés P. Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de la Física En Temas escogidos de Didáctica de la Física. La Habana. Editorial. Pueblo y Educación; 1993*
- *Rodríguez M., Moltó E., Bermúdez R. La Formación de los Conocimientos Científicos. La Habana Editorial Academia. Academia, 1999*
- *Valdés P Y Valdés R. Tres ideas básicas de la Didáctica de las Ciencias. La Habana Editorial Academia.*

(Trabajo para IX Conferencia Inter-Americana sobre Educación en la Física)

Título: La educación científica en la enseñanza de la Física.

Autor: M.Sc. Manuel Lastra Alonso.

Profesor Auxiliar. I.S.P.E.J.V. Departamento de Ciencias Exactas.

Ciudad de La Habana, Cuba.

Introducción

Este trabajo muestra un conjunto de puntos de vista que se deben tener en cuenta en la

enseñanza de la Física relacionados, de manera fundamental, con la educación científica. Primeramente se realiza una revisión de los fundamentos teóricos de la educación científica, mediante el análisis actualizado de la ciencia y la tecnología como

procesos sociales, con el objetivo de encontrar una mayor coherencia en los presupuestos de la referida educación. Como parte fundamental del trabajo, se despliega una parte del sistema de tareas a considerar en la enseñanza de la Física, resaltando en él, intencionadamente, lo relativo a su contribución a la educación científica y finalmente se expone un conjunto de tareas relacionadas con el contenido energético y medioambiental.

Generalidades de la educación científica

Aspectos a cumplir por la educación científica

- Además de enseñar de ciencia, se debe enseñar sobre la ciencia.
- Atender a la dimensión CTS de un modo global y coherente en la educación.
- No dar una imagen de la ciencia y la tecnología deformada, que desconozca la naturaleza social de ellas.
- Tener en cuenta importantes características de la actividad investigadora

2

contemporánea (p. ej: el análisis del interés que tiene la temática a investigar, el planteamiento y la argumentación de hipótesis, el diseño de experimentos para contrastar las hipótesis formuladas, la realización de mediciones, el cálculo de unas magnitudes a partir de otras, la elaboración de informes, la comunicación de resultados, etc.)

- Reconocer que el enfoque CTS en la educación, coadyuva a la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados, capaces de participar en la toma fundamentada de decisiones.
- Erradicar las visiones deformadas acerca de las actividades científica y tecnológica: aproblemática y ahistórica, empiro-inductivista y ateórica, algorítmica e infalible, individualista y elitista, etc.
- Atender a que una de las principales aportaciones de la orientación CTS radica en el énfasis que hace en los aspectos axiológicos, es decir, en la formación de determinados valores y actitudes.

La ciencia y la tecnología como procesos sociales.

- La función de la ciencia se vincula a la adquisición de conocimientos, su ideal más tradicional es la obtención de la verdad.
- La función de la tecnología se vincula a la realización de procedimientos y productos, su ideal es la utilidad.
- Se puede atender a los impactos prácticos y productivos de la ciencia, caracterizándola como *fuera productiva* que propicia la transformación del mundo y es fuente de riqueza.

3

- La caracterización de la ciencia se ha desplazado de los productos de la ciencia a la actividad científica misma, es decir, a la ciencia en el "proceso de ser hecha".
- La ciencia tiene muy diversas expresiones en la educación, en la industria, en los servicios, en las labores de consultoría y dirección que realizan las personas que poseen una educación científica.
- La ciencia es parte integrante de la cultura y como tal debe ser estudiada.
- Existen las posiciones tecno-optimistas o tecno-catastróficas, según sea la visión positiva o no del papel de la tecnología en la evolución social. Para ambas la tecnología está fuera de control.
- La organización institucional de la ciencia ha atravesado tres grandes etapas: *amateur* (1600 a 1800), *académica* (1800 a 1940), *profesional o industrial* (1940-actualidad). (Núñez, J. 1999, p. 36)
- El proyecto Manhattan, orientado a la construcción de la bomba atómica da inicio a la última etapa. *La Big Science desplaza a la Little Science*.
- La actividad de investigación – desarrollo (I+D) se incorpora a la producción y sus costos se integran al costo productivo. (Núñez, J. 1999, p. 41)
- Las áreas del paradigma actual son: la biotecnología, los nuevos materiales, la nueva base energética y las ramas de la electrónica, la computación y las telecomunicaciones.
- Algunas nuevas tecnologías dañan el medio ambiente y ponen en peligro la supervivencia humana.
- La producción, difusión, aplicación, institución y cultura revelan la naturaleza social de la ciencia.

4

- La percepción social de la ciencia y la tecnología debe ser parte fundamental de la educación científica.
- El conocimiento se considera el elemento central del nuevo paradigma productivo, por lo que la transformación educativa es esencial.
- La educación debe estructurarse alrededor de: problemas, conceptos, ideas, métodos, formas de trabajo y actitudes generales, que trasciendan una disciplina dada y propicien la conexión de diversas ramas de la cultura entre sí (Ciencias, Tecnologías, Humanidades).

La posible contribución de la asignatura Física a la educación científica

Aspectos que deben ser atendidos por la asignatura Física

- La consideración de la experiencia previa que poseen los alumnos y sus ideas alternativas.
- El establecimiento de problemáticas globales para los temas.
- La formulación y resolución de problemáticas abiertas.
- La realización de diseños experimentales.
- La historicidad de los conocimientos.
- Las relaciones interdisciplinarias.
- El tratamiento informático de algunos aspectos del contenido.
- Las relaciones CTS, de modo global.

Algunos objetivos generales de la asignatura Física que contribuyen a la educación científica.

- Valorar la repercusión económica y social de la ciencia y la tecnología en ...
- Mostrar una actitud crítica, de profundización e investigación, durante el estudio ...

5

- Participar en el planteamiento y resolución de problemas relacionados con diversas situaciones de la vida práctica, mediante la utilización de los conceptos referidos ...
- Utilizar, durante el estudio de ... , elementos de métodos y formas característicos de la actividad científica: el análisis del interés que tiene la temática a investigar, el planteamiento y la argumentación de hipótesis, el diseño de experimentos para contrastar las hipótesis formuladas, la realización de mediciones, el cálculo de unas magnitudes a partir de otras, la elaboración de informes, la comunicación de resultados, etc.

Tareas metodológicas que contribuyen a la educación científica en Física

T1. ¿Qué importancia tiene el estudio de la unidad y qué lugar ella ocupa en el grado?

- *Se analiza la importancia de la unidad para la ciencia, la tecnología, la sociedad y el individuo. Además se ubica la unidad en el contexto de lo que han estudiado y estudiarán los alumnos.*

T2. ¿Qué situaciones problemáticas globales se pudieran plantear para la unidad?

T3. ¿Qué experiencia previa posee el alumno para el estudio de la unidad?

- *Se hace un análisis de la experiencia precedente, relacionada con la unidad, que debe poseer el alumno, adquirida en estudios anteriores y en la propia vida. Se observa*

que los alumnos poseen ideas alternativas y se debe lograr que las contrapongan con los conocimientos científicos, para lograr su aprendizaje. (Carrascosa, A., Furió, C. y Valdés, P. 1996, p. 32)

T4. Formule y resuelva problemas abiertos correspondientes a la unidad.

- *Los alumnos no saben como comenzar a resolver un ejercicio, se limitan a ensayar con determinadas fórmulas y generalmente esperan la solución que le da el profesor.*

La

6

propuesta actual para resolver estas dificultades es presentar los problemas de manera

abierta, como pequeñas investigaciones.

T5. Analice aspectos del contenido de la unidad que más requerirían ser tratados mediante la informática y otras técnicas audiovisuales. Seleccione uno de ellos y realice

el trabajo de informática correspondiente.

- *Uno de los posibles usos de la Informática en Física puede ser: la simulación de determinados procesos y de experimentos, la realización de tablas y gráficas utilizando*

hojas de cálculo, etc. Todo esto a partir de determinados problemas a resolver, como se

procede en la ciencia.

T6. En cuanto a las relaciones interdisciplinarias, ¿cuáles son las incidencias más destacadas?

- *Esta relación es multilateral, aunque con mayor intensidad con otras ciencias. Actualmente existe una dependencia mutua entre la ciencia y la tecnología. La ciencia (de manera importante la Física) proporciona conocimientos fundamentales para múltiples ramas de la tecnología (electrónica, ingeniería de materiales, biotecnología, ingeniería médica, cosmonáutica, etc.). A su vez, los modernos recursos creados por ésta (computadoras, potentes microscopios y telescopios, satélites, nuevos materiales,*

etc.) constituyen un requisito indispensable para el desarrollo de la ciencia. (Gil D.

Valdés, P. 1996, p. 15.)

T7. Realice un estudio de la historicidad de los conocimientos fundamentales tratados en la unidad y de los científicos correspondientes.

T8. Realice un análisis integral de la unidad y valore las implicaciones para las relaciones CTS, destacando los problemas energéticos y medioambientales actuales.

• *Las relaciones CTS acercan la ciencia a los intereses de los alumnos, abordando las*

7

implicaciones sociales y éticas que el impacto científico-tecnológico conlleva. En esta línea están los problemas energéticos, vitales para la existencia de la sociedad actual, conjuntamente con la contaminación del medio que crean las fuentes no renovables de

energía (petróleo, carbón, etc.).

• *Las relaciones CTS acercan la ciencia a los intereses de los alumnos, abordando las implicaciones sociales y éticas que el impacto científico-tecnológico conlleva.* (Nieda,

J.

y Macedo, B., 1997. p. 137). *En esta línea están los problemas energéticos, vitales para la existencia de la sociedad actual, conjuntamente con la contaminación del medio*

que crean las fuentes no renovables de energía (petróleo, carbón, etc.).

Esto debe ser objeto de la mayor atención por parte de la asignatura Física.

T9. Prepare el sistema de tareas de Física teniendo en cuenta los aspectos metodológicos recomendados.

Tareas que reflejan implicaciones CTS para el contenido energético y medioambiental en Física

Tarea metodológica general

T.M. Suplir las insuficiencias y deficiencias que presentan muchos textos de Física en lo relativo al contenido energético que se estudia; en este sentido se debe tener en cuenta lo siguiente:

• *No se expone el concepto de energía en su forma más acabada: “la capacidad de los sistemas para cambiar sus propiedades o las de otros sistemas”, sino que se reduce a la capacidad de un cuerpo para realizar trabajo.*

• *No se diferencian claramente los procesos de trabajo y calentamiento o calor.*

El trabajo produce cambios cuantitativos en las propiedades de los sistemas mediante la aplicación de fuerzas y el calor los produce mediante la transmisión del

8

movimiento de las partículas de un cuerpo a otro o de una parte a otra de un cuerpo.

• *Dentro de las formas fundamentales de energía solo se consideran las energías cinética y potencial y no la energía radiante (de las ondas electromagnéticas).*

• *A veces no se trata el concepto de energía interna, el cual es esencial para el tratamiento de la energía total asociada a un cuerpo.*

• *No se tratan las energías por sus fuentes y a veces se confunden estas con las formas fundamentales de energía.*

• *No siempre se presenta la Ley de transformación y conservación de forma acabada.*

Una forma completa de expresarla puede ser: “La energía cambia de forma, pasa de un sistema a otro, pero no desaparece, se conserva”.

• *No se analiza el convencionalismo de valor práctico que existe para el uso de determinados términos energéticos, tales como:*

· *Producción de energía*

· *Gasto de energía*

· Ahorro de energía

· Energía útil

· Energía disipada

· Energía degradada

• Muchas veces se obvian las temáticas concernientes a fuentes renovables de energía, al ahorro de energía y su relación con: el agotamiento de fuentes convencionales de energía, el deterioro del medio ambiente, etc.

Algunas tareas de contenido energético y medioambientalista en Física

9

T1. Mencione algunas fuentes renovables de energía que sean apropiadas para generar electricidad.

• *El Sol es fuente primaria de energía renovable, de él derivan las energías: solar, eólica, biomasa, etc.*

T2. ¿Qué procesos de transformación ocurren en los siguientes aparatos: celda fotovoltaica, hidroeléctrica y aerogenerador?

T3. ¿Con qué velocidad llega el agua de una central hidroeléctrica a las paletas del generador?

T4. Calcule la potencia eólica disponible por el funcionamiento de un aerogenerador.

T5. Investigue cuánta electricidad se produce en las termoeléctricas del país y el gasto

que representa.

T6. Utilizando la computadora elabore en una hoja de cálculo un gráfico de barras, donde represente el aumento estimado de la población mundial y del consumo energético del 1980 al 2020. Indague los datos necesarios.

T7. Complete la siguiente tabla:

Central Fuente Transformación

Termoeléctrica

Hidroeléctrica

Fotovoltaica

Parque eólico

Electronuclear

10

CONCLUSIONES

1. Sobre la base de un sistema de objetivos generales formulados en este trabajo se muestra la posible contribución de la Física a la educación científica revelándose un conjunto de aspectos que deben ser atendidos por esta asignatura (la experiencia previa de los alumnos y sus ideas alternativas, la formulación y resolución de problemáticas abiertas, incluyendo los diseños experimentales, las relaciones interdisciplinarias, la historicidad de las ciencias, remarcando su aspecto humanista, las relaciones CTS de manera global, el tratamiento informático de algunas temáticas, etc...)

2. La consideración de las cuestiones tratadas en este trabajo y las tareas propuestas contribuyen a una actualización de la enseñanza de las ciencias y en particular de la Física.

BIBLIOGRAFÍA

Carrascosa, A., Furió, C. y Valdés, P. *Las concepciones alternativas de los estudiantes*

y sus implicaciones didácticas. Temas escogidos de la Didáctica de la Física.

La Habana. Ed. Pueblo y Educación: 1996.

Gil, D. y Valdés, P. *Tendencias actuales en la enseñanza-aprendizaje de la Física*. Gil, D. y otros, Temas Escogidos de la Didáctica de la Física. La Habana. Ed. Pueblo y Educación:

1996.

Nieda, J. y Macedo, B. *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Madrid. Ed. OEI-UNESCO. 1997.

Núñez, J. *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana. Ed. Félix Varela. 1999.

Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

¿CÓMO REFORZAR LA FUNCIÓN DESCRIPTIVA DE LA TEORÍA FÍSICA CON AYUDA DEL ORDENADOR?

Orlando E. González Pérez. Profesor Auxiliar.

Cesar E. García Trápaga. Instructor.

Joel Mesa Hormaza. Instructor.

Armando Perdomo Almeida.

Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares.

Introducción:

La activación del proceso docente educativo en la Física General en los Institutos Superiores Pedagógicos adquiere en la actualidad una relevancia especial, ya que además de contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva del futuro formador de nuevas generaciones (Alvarez de Zayas 1992, Minujin 1989), constituye una de las disciplinas que peores resultados académicos exhibe y menos interés despierta en los estudiantes a pesar del lugar que ocupa en el currículum.

La práctica pedagógica y el resultado de numerosas investigaciones han demostrado la eficacia de la participación consciente y activa de los estudiante en el proceso docente educativo (Minujin 1989, Talizina 1988). En correspondencia, la Metodología de la Enseñanza de la Física ha establecido vías para la activación del proceso docente educativo (Rasumovski 1987, Valdés 1983, García 1990, Usova 1988, Ramírez 1992, Pérez 1989, Moltó 1990, Horrutinier 1985, Fuentes 1989, Pérez 1993).

A pesar de los logros alcanzados, aún subsisten un conjunto de incoherencias en la dirección del proceso sobre bases productivas que conducen al deterioro de los índices de eficiencia en la disciplina, tal es el caso de la no correspondencia entre los niveles de asimilación de los contenidos que realmente alcanzan los estudiantes y los planteados por los objetivos de la disciplina. Al respecto se ha podido constatar que entre las insuficiencias de las vías propuestas por la metodología para la concreción del ciclo del conocimiento científico y la teoría como nivel de sistematización fundamental en la lógica del proceso docente educativo, se encuentra la desestimación del papel descriptivo de la teoría como momento básico para el cumplimiento de las funciones explicativa y predictiva. (Ramírez 1992, Riverón 1990, González Bello 1994, González Pérez 1993, 1995).

El objetivo de este trabajo es elaborar y validar en la práctica una metodología para la reconstrucción de los hechos con el apoyo del ordenador como medio de enseñanza, lo cual presupone una estructuración didáctica del contenido de la asignatura donde se refuerza a la teoría como el nivel fundamental en la sistematización del conocimiento. Para la

concreción del mismo se tomó como ejemplo los contenidos correspondientes al tema de Dinámica de la Partícula.

21Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

Antecedentes y fundamentos:

La Física General es una de las disciplinas de mayor relevancia en el currículo del futuro profesor de física, por cuanto cumple la función de dotar al estudiante del sistema de conocimientos y habilidades que en lo fundamental constituyen las bases correspondientes a los programas de la Escuela Media. Una exigencia del programa vigente de la disciplina es la coincidencia de la lógica del proceso docente educativo con la del nivel medio superior, el cual está determinado por dos ideas básicas respecto a la organización y estructuración del contenido, ellas son: considerar a la teoría como el nivel de sistematización del conocimiento fundamental en la organización del contenido y desarrollar el proceso según el ciclo de la creación científica.

Ambos criterios se enmarcan entre las vías establecidas por la Metodología de la Enseñanza de la Física para la activación de la actuación cognoscitiva del estudiante (Rasumovski 1987, Valdés Castro 1983, García 1990) y con ello se pretende acercar al estudiante al modo de actuación del científico.

No solo la función predictiva de la teoría ha tenido un menor peso en el proceso docente (García 1985), sino también la descriptiva. Coincidimos con S. L. González Bellos en afirmar que en la estructuración del ciclo del conocimiento científico, no siempre se le ha dado la importancia que requiere el establecimiento de los hechos iniciales (González Bello 1994). Al respecto la literatura docente y científico metodológica no en pocas ocasiones aborda de forma simplista y superficial el momento de elaboración del material empírico que fundamenta la teoría, con frecuencia se pretende que los estudiantes arriben a conclusiones profundas a partir de la observación de un fenómeno aislado o se propone que el método óptimo para la presentación de los mismos es a través del relato y la descripción de los hechos (Bugaev 1989, Rasumovski 1987).

La Historia de la formación de las teorías físicas enseña que la elaboración de los hechos constituye un momento de intensa actividad investigativa, donde el científico observa, mide, diseña y ejecuta experimentos para arrancar de la naturaleza las respuestas a las preguntas que se plantea (Davidov 1981). El propósito de esta etapa es describir en el lenguaje de la ciencia al conjunto de fenómenos objeto de estudio, para lo cual se necesita definir las magnitudes físicas, establecer regularidades y descubrir las leyes particulares. Tal modo de actuación está alejado de lo que hoy se pretende y logra en las clases de Física General.

La Didáctica de la Física no ha establecido una metodología particular para la elaboración de los hechos en la disciplina, sin embargo la literatura docente y metodológica, manifiestan una marcada influencia por los procedimientos que rigen en la formación de conceptos en la Escuela Media (Usova 1988, García 1990). Esta metodología, así como otras que refleja la bibliografía (Bugaev 1988, Bascones 1985, 1990), tienen en común entre otros aspectos, el abordar la formación de los conceptos necesarios para el estudio de determinado fenómeno u objeto de una forma lineal, aislada, libre de nexos, a cada uno por separado y a posteriori establecer la relación entre ellos.

22Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

Esta tendencia en la formación de conceptos, de indiscutible valor metodológico en los cursos básicos de Física, debe irse transformando paulatinamente en la medida que el estudiante avanza en la profundización de la ciencia y en la Educación Superior, donde se supone que se ha alcanzado determinado nivel en el desarrollo del pensamiento lógico, es preciso que el alumno estudie el objeto y fenómeno de forma integral, en sus múltiples interacciones (Davidov 1987) y sea capaz mediante la observación, medición, experimentación y otras habilidades, discriminar la esencia de diferentes conceptos de forma simultánea, paralela, lo cual además de desarrollar dichas habilidades contribuye a la economía del tiempo haciendo más eficiente al proceso.

La vía escogida para superar la insuficiencia antes planteadas es la intensificación del trabajo independiente del estudiante en el proceso, en particular en el momento de elaboración de los hechos. Lo cual significa la estructuración del contenido donde se haga énfasis en la función descriptiva de la teoría y la introducción del ordenador como medio de enseñanza para el análisis de situaciones experimentales.

Por otra parte, el impacto de las computadoras en la sociedad contemporánea originó grandes expectativas en relación con la elaboración y uso del software educacional. La práctica pedagógica ha demostrado que a pesar de ser el ordenador un medio de enseñanza singular, estas aspiraciones no han sido totalmente satisfechas. Lo cual ha estado condicionado esencialmente, no por el medio técnico de grandes posibilidades en la dirección del proceso docente; sino por las limitaciones de base psicopedagógica efectivas en la elaboración y uso del software educacional. En este trabajo se pretenden integrar las ideas de Davidov acerca de la estructuración de la enseñanza en función de la formación del pensamiento teórico (Davidov 1981, 1987) y las posibilidades del ordenador en el estudio de situaciones experimentales en una metodología para la elaboración de los hechos.

Lo general en la formación de los hechos que fundamentan la teoría, no debe ser identificado con las causas más profundas que los explican, sino con el modo esencial de cumplir la función descriptiva propia de esta etapa, "...a tales efectos, se necesita ante todo una enseñanza que en forma breve y sucinta reproduzca el verdadero proceso histórico de surgimiento y desarrollo de los conocimientos", el estudiante "... no puede inventar independientemente lo que ya ha sido logrado por los hombres, más ha de repetir en forma especial los descubrimientos hechos por los hombres precedentes. Con dicha enseñanza, la naturaleza general de cualquier concepto ha de revelarse ... a través de su propia actividad antes que sus manifestaciones particulares." (Davidov 1981, p. 386)

La Historia de la formación y desarrollo de las teorías físicas ha probado que en la etapa de elaboración de los hechos, los métodos generales de investigación se particularizan en determinados procedimientos que se ajustan a diferentes teorías. Por otra parte, ha quedado demostrado a través de un sinnúmero de hechos, la efectividad del análisis cuantitativo de los resultados previo a la valoración cualitativa, a la interpretación física. En el caso que nos compete, la idea metodológica fundamental relativa a la intensificación del trabajo independiente del estudiante apoyado en el uso del ordenador, se concreta en el análisis de situaciones experimentales que de forma abreviada y sintética lo conduzcan a las formas de describir los hechos en el plano más general, para luego particularizarlos a casos concretos. 23Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

Reforzamiento de la función descriptiva de la teoría. El reforzamiento de la función descriptiva de la teoría tiene el propósito de acentuar el carácter consciente y activo del aprendizaje del estudiante en la etapa de elaboración de los hechos, para lograrlo se han establecido dos acciones didácticas: la organización metodológica del contenido de las asignaturas que componen la disciplina y la metodología para el uso del ordenador en la elaboración de los hechos. Este último a su vez, se ha subdividido en dos momentos: inducción de la generalización empírica y estudio de casos particulares. Veamos a continuación a cada uno por separado.

Sintetizando las tendencias fundamentales que se observan en la Metodología de la Enseñanza de la Física en el nivel superior (García 1990, Fuentes 1989, Ramírez 1992, Horruitiner 1985, Moltó 1990, Pérez 1993) con respecto a la estructuración del contenido, se organizó el curso de Mecánica en siete temas: Estática, Dinámica de la Partícula, Dinámica del Sistema de Partículas, Dinámica del Sólido Rígido, Dinámica de los Fluidos, Dinámica Relativista y Oscilaciones Mecánicas. El segundo tema está dedicado a la mecánica de la partícula, en el mismo se integran los contenidos que tradicionalmente responden a los nombres de cinemática, dinámica y leyes de conservación, pero a diferencia de otros enfoques se hace énfasis en el modelo de la partícula material.

La lógica seguida en el estudio de cada teoría está en correspondencia con el ciclo del conocimiento científico, así cada tema se ha dividido en una clase de presentación y dos sistemas de clases, el primero está dirigido a la formación de los conceptos y leyes fundamentales que conforman el fundamento de la teoría, mientras que el segundo precisa su cuerpo, es decir, aborda el análisis del núcleo, las consecuencias naturales y técnicas y los experimentos que la verifican.

A primera vista, el resultado de la organización didáctica de la asignatura no es nuevo si se compara con la secuencia que tradicionalmente siguen los textos de Mecánica, pero no podría ser de otro modo, porque la literatura docente aún sin proponérselo tiene que reflejar la lógica de la ciencia para hacerla asequible (Ramírez 1992). La diferencia radica, no en el orden en que se presentan los contenidos, sino en la organización de los mismos acorde a la estructura de la teoría física, así el tema de Dinámica de la Partícula incluye a la cinemática como los hechos o fundamentos, a las Leyes de Newton como parte del núcleo, al igual que los principios de conservación del momento lineal, angular y de la energía.

La metodología para la elaboración de los hechos con ayuda del ordenador se subdivide en dos momentos: la inducción de la generalización empírica y el estudio de casos particulares. En la primera etapa de lo que se trata es de reproducir de forma sucinta y sintética el momento de la inducción, quiere decir, el paso de los fenómenos particulares a su descripción general, mientras que el segundo momento está dirigido al estudio de hechos relevantes, como puntos de partida para la elaboración de las hipótesis que explican el comportamiento descrito, penetrando en una esencia más profunda. Veamos cómo se concretan

ambos

momentos.

24Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

El esquema para la inducción de la generalización empírica tiene como premisa la participación consciente del estudiante en el proceso, desarrollando una intensa actividad experimental que se concreta en las siguientes etapas:

1. Estudio del objeto y fenómeno en diferentes condiciones. Tiene como propósito revelar al conjunto de propiedades que describen al fenómeno objeto de estudio, para lo cual el estudiante realiza bajo la orientación del docente una serie de experimentos que le permiten arribar a conclusiones acerca de las propiedades fundamentales para su descripción.
2. Observación de fenómenos modelados a partir del cambio de parámetros. Con la ayuda del ordenador y el software diseñado y elaborado al efecto, el estudiante a diferencia de la etapa anterior asigna valores y condiciones específicas a los parámetros y observa el resultado del comportamiento del modelo que esquematiza al fenómeno real.
3. Elaboración en grupo de las generalizaciones empíricas que caracterizan a los fenómenos objeto de estudio. Haciendo uso de las técnicas de trabajo en grupo se establecen como consecuencias de las conclusiones preliminares obtenidas por los estudiantes en las etapas anteriores de trabajo, el conjunto de propiedades que caracterizan al fenómeno objeto de estudio y se precisa la definición formal de los conceptos, así como el enunciado de las leyes.
4. Solución de tareas teóricas y experimentales. A través de la solución de tareas orientadas por el docente y en ocasiones con el apoyo de medios experimentales y el propio software elaborado, el estudiante profundiza y fija el contenido de los conceptos abordados, así como los nexos que se establecen entre ellos u otros ya estudiados.

La formación de los conceptos cinemáticos que describen y caracterizan el movimiento mecánico de los cuerpos que se ajustan al modelo de la partícula, se realiza a la luz de esta

metodología en dos momentos: el primero está dirigido a estudiar los síntomas que desde el punto de vista del Análisis Matemático en una variable revelan los mismos, por lo tanto todo el estudio se realiza en una dimensión. La segunda fase está destinada al carácter vectorial de los mismos, haciendo énfasis en el trabajo en dos y tres dimensiones.

Para dar cumplimiento a la primera etapa de la metodología propuesta, se toman como puntos de partida fundamentales los conceptos de sistema de referencia y ecuación del movimiento abordados en la clase de presentación. La tarea a desarrollar planteada a los estudiantes es el análisis descriptivo del movimiento de un cuerpo por un plano inclinado. Al respecto se elaboran de forma conjunta las preguntas a las que se deben dar respuesta, que de un modo u otro quedaron enunciadas de la forma siguiente: Qué forma adopta la ecuación del movimiento de un cuerpo que se mueve por un plano inclinado?. Cómo se interpretan físicamente los términos que intervienen en la ecuación?. Cómo cambia la ecuación del movimiento respecto al origen y sentido del sistema de referencia?.

Seguidamente se les propone elaborar una estrategia para dar respuesta a las interrogantes antes señaladas. En la discusión el docente reforzará mediante ejemplos tomados de la Historia de la Física, la variante que vaya encaminada a la medición de los valores de la

25 Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

posición y el tiempo en diferentes puntos del plano inclinado para una misma situación experimental, los cuales son procesados por los métodos conocidos a fin de obtener la forma de la ecuación, así como la interpretación física de los parámetros que la conforman.

Después de establecido el procedimiento general se profundiza en los detalles del experimento a realizar y en este mismo contexto, se le explica el principio de funcionamiento de un medio de enseñanza acoplado a un CPU Z80 que permite registrar a través de ocho detectores en posiciones fijas el intervalo de tiempo entre el primer detector accionado y el actual, los cuales pueden coincidir. Con la posición y los intervalos de tiempo se construye una base de datos para el estudio analítico y gráfico de los resultados.

El programa está diseñado de forma tal que para realizar el experimento; captura de los datos por el ordenador, es preciso que el estudiante defina el sistema de referencia: origen y sentido positivo del eje, esto lo hace de forma interactiva con el software. No obstante se brinda la posibilidad de que después de almacenado el juego de datos se redefina el mismo ajustando los gráficos correspondientes con los puntos ploteados. Por otra parte se tiene la opción del ajuste de curvas a través del método de los mínimos cuadrados hasta un orden t^3 , lo cual permite la construcción analítica y gráfica de las ecuaciones de la posición, así como de la primera y segunda derivadas respecto al tiempo.

El trabajo con el interfaz se realiza en pequeños grupos (2 ó 3 estudiantes en cada equipo) con relativa independencia, pero siempre orientados en primer lugar, por las preguntas a las que deben dar respuesta y en segundo, por las indicaciones que el docente realiza de acuerdo a la dinámica del proceso en cada subgrupo.

La etapa finaliza con una discusión de los resultados obtenidos por cada equipo, entre las cuales se hace énfasis en la forma de la ecuación, la cual debe coincidir con un polinomio de segundo orden, por cuanto el término de t^3 es varios órdenes inferior al resto de los coeficientes. Además se profundiza en la interpretación física de los parámetros que forman parte de la ecuación; en este nivel el estudiante debe haber identificado las unidades de cada uno de ellos y cómo varía su valor absoluto y signo cuando cambian las condiciones del experimento, así como el sistema de referencia.

La segunda etapa está dirigida a profundizar en la interpretación física de las magnitudes que participan en la ecuación del movimiento, en particular se plantea la interrogante:

Cómo transcurre el movimiento cuando variamos los parámetros?. Qué sucede con estos coeficientes si se cambia el sistema de referencia a otro cuerpo en movimiento?. Con el propósito de facilitar el cumplimiento de esta fase se diseñó, programó y validó un software implementado en PC llamado CINEUNI que a diferencia del interfaz, las variables de entrada son los parámetros que determinan la ecuación del movimiento unidimensional para una partícula con aceleración constante, así como el intervalo de tiempo en que el mismo transcurre.

Luego, a partir de los valores de la posición inicial X_0 , velocidad inicial V_0 , la aceleración a y el intervalo de tiempo Δt , el programa modela el movimiento de una partícula, marcando el sistema de referencia y además de forma simultánea o no, en dependencia de la opción del usuario, construye los gráficos de posición, velocidad y aceleración contra tiempo. Se admite hasta tres tipos de movimientos diferentes de forma continua para una

26 Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

misma partícula y hasta dos para la modelación de dos partículas simultáneamente. En esta última opción, se brinda la posibilidad de situar el sistema de referencia fijo a cualquiera de las dos partículas y observar qué pasa con la ecuación del movimiento de la otra y del sistema de referencia anterior, así como la ecuación que lo describe. Esta etapa concluye con la elaboración individual de la respuesta a las preguntas formuladas inicialmente.

La tercera fase se realiza a través de técnicas de trabajo en grupo. Apoyados en los resultados alcanzados en la reflexión individual sobre el trabajo experimental realizado, se precisa el contenido de los conceptos sistema de referencia, posición, velocidad, aceleración y ecuación del movimiento, así como los nexos que se establecen entre ellos, primero en subgrupos formados por menos de ocho estudiantes y luego en plenaria con la participación de todo el grupo, donde cada equipo expone y defiende las conclusiones a que llegaron.

Seguidamente, con un carácter más expositivos se profundiza en la interpretación de las ecuaciones que los relacionan, generalizando los mismos a casos donde la aceleración ya no es constante, se aborda el problema inverso y directo de la cinemática y se introducen otros conceptos en relación con los ya estudiados, pero que en cierta medida facilitan el análisis del objeto como son, por ejemplo los tipos de movimientos. Constantemente se refuerzan las características del modelo físico objeto de estudio y su relación con la realidad.

La cuarta etapa está destinada a la fijación del contenido a través de la solución de tareas teóricas y experimentales, en algunas de las cuales el estudiante puede usar los medios descritos como apoyo para resolverlas, mientras que en otras se le indica su utilización, así por ejemplo a partir de la forma general de los gráficos o ecuación del movimiento se le plantea al estudiante que reproduzca un experimento en el interfaz y que escoja adecuadamente el sistema de referencia. De la misma forma se puede trabajar con el programa CINEUNI, pero sustituyendo a la ecuación por una descripción del movimiento y explotando las posibilidades de varias etapas, así como el movimiento simultáneo de dos cuerpos.

La revelación de las características vectoriales de las magnitudes cinemáticas se realiza según la misma metodología, pero haciendo énfasis en el caso bidimensional. Así, la primera y segunda etapas se realiza en estrecha relación con el uso de la variante bidimensional del interfaz y el programa CINEBID que es un software implementado en PC con las mismas características de CINEUNI, pero en dos dimensiones.

La tercera etapa se resuelve a través de seminarios donde se exponen y discuten las ideas fundamentales y los conceptos asociados a los métodos cartesianos, polar y natural para la

solución de problemas cinemáticos en dos dimensiones, generalizándose posteriormente al caso de tres. Mientras que la última etapa está destinada a fijar y sistematizar los contenidos abordados a través de la solución de problemas.

En resumen, la metodología elaborada a diferencia de la tendencia lineal que sigue la literatura docente más usada en los cursos de Mecánica en los Pedagógicos, aborda el problema cinemático a partir de la interpretación física de la ecuación del movimiento en

estrecha relación con el concepto de sistema de referencia, en consecuencia las magnitudes cinemáticas se obtienen de la interpretación física de los coeficientes que conforman dicha ecuación.

El estudio de casos particulares relevantes tiene como propósito fundamental preparar al estudiante para el salto cualitativo de la función descriptiva de la teoría a la explicativa, lo cual no excluye el análisis de situaciones importantes desde otros puntos de vistas.

En relación con el estudio de casos particulares, se parte de la idea de que el mecanismo de construcción de las hipótesis a partir de los hechos está íntimamente ligado al planteamiento del problema científico, entendido este como el conocimiento del desconocimiento (Núñez 1989). El surgimiento de problemas científicos puede tener diversas fuentes, una de las más frecuente en la Física es la aparición de hechos cuya explicación no está contenida en las teorías científicas en uso.

Luego, el segundo momento en la metodología de lo que trata es de que el estudiante en el análisis de casos particulares relevantes comience a transformar la pregunta de cómo transcurre el fenómeno? a por qué transcurre de esta forma y no de otra?, es decir, inicie la búsqueda de la explicación de lo que ha descrito. De forma general este momento se realiza en cuatro etapas:

1. Observación del fenómeno en condiciones reales. A través de experimentos demostrativos o el uso de videos, se le presenta al estudiante un conjunto de fenómenos en condiciones reales para su observación.
2. Investigación de las leyes empíricas que rigen los fenómenos observados. A través del cumplimiento de tareas simuladas el estudiante determina la ley del fenómeno en cuestión y establece los nexos entre los conceptos estudiados.
3. Formulación de las leyes. Aplicando técnicas de trabajo en grupo se enuncian las leyes investigadas.
4. Solución de tareas teóricas y experimentales. A través de la aplicación de las leyes y conceptos estudiados en función de la solución de problemas, el alumno sistematiza y fija los conocimientos, pero además prepara las condiciones para el planteamiento de las hipótesis.

La metodología antes propuesta se concretó en el tema de Dinámica de la Partícula del modo siguiente:

Observación del fenómeno en condiciones reales.

Del trabajo con el Tubo de Newton y del uso de un video que recoge el momento donde se dejan caer libremente en la Luna una herramienta de acero y una pluma de águila, se le propone a los estudiantes realizar experimentos para analizar el comportamiento de los casos extremos, es decir: la caída libre en el vacío y a través de un fluido viscoso.

28Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

En correspondencia con lo antes señalado fueron elaboradas de forma conjunta las preguntas a las cuales los experimentos debían dar respuesta, se discutieron los posibles

diseños experimentales, escogiéndose las variantes que están en relación con las simulaciones programadas al respecto.

Investigación de las leyes empíricas que rigen los fenómenos observados.

A continuación se realiza el trabajo con el software en pequeños grupos (2 ó 3 estudiantes) en interacción con el docente. Esta etapa concluye con la elaboración de las conclusiones por equipos, en función de las preguntas planteadas.

Formulación de las leyes.

Aplicando técnicas de trabajo en grupo, se discuten, profundizan y generalizan las conclusiones a que arribaron los equipos de trabajo en la etapa anterior y se formulan las leyes empíricas.

Solución de tareas teóricas y experimentales.

El cuarto momento está dirigido a la solución de problemas con el propósito de fijar y sistematizar los contenidos. Entre las tareas a desarrollar está el estudio del movimiento de los proyectiles, el cual se realiza primero teóricamente y seguidamente los resultados obtenidos son verificados a través de dos consecuencias: trayectoria parabólica y dependencia del alcance con el ángulo y velocidad inicial del lanzamiento, para lo cual se utilizan dos simulaciones diseñadas y programadas al efecto, cuya introducción en el proceso docente se realiza según los procedimientos antes planteados.

Finalmente se discute la independencia de la aceleración de la gravedad en relación con la masa del cuerpo que cae libremente en el vacío y sobre la base de las ideas de interacción gravitatoria que tienen los estudiantes de la Física del Preuniversitario, reforzadas en el tema de Estática, se les propone analizar una situación experimental donde no toda la masa del cuerpo (o sistema) contribuya al movimiento producto de la interacción gravitatoria.

Siguiendo procedimientos similares a los ya mencionados se realiza la simulación "Movimiento de un cuerpo tirado por parte de su masa que cae", cuya preguntas a responder son: Se moverá también con aceleración constante?. Cómo depende la aceleración de la cantidad de masa del cuerpo (o sistema) que cae?.

La analogía de este hecho con el cambio de aceleración que experimenta un cuerpo en su movimiento por un plano inclinado cuando este varía su ángulo de inclinación, son el punto de partida para la introducción de la función explicativa de la teoría que como ya se ha expresado, se desarrolla en un segundo sistema de clases dentro del tema y según las tendencias actuales que sigue la Metodología de la Enseñanza de la Física asumidas por este trabajo sin aportar elementos sustancialmente nuevos.

Validación en la práctica.

29Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

Con el propósito de comprobar la efectividad en la práctica del modelo didáctico propuesto, se desarrolló durante dos cursos un experimento pedagógico. En el mismo se asumió como variable independiente a las acciones para el reforzamiento de la función descriptiva de la teoría, mientras que la variable dependiente se relaciona con el nivel de asimilación del contenido. La variable profesor fue controlada a través del trabajo del mismo colectivo de docentes en los cuatro grupos, mientras que la variable estudiante fue trabajada a través de la caracterización psicopedagógica y la homogeneización de los grupos.

La evaluación de la variable dependiente se diseñó en tres etapas del proceso, a saber:

1. Corte inicial: Se realizó de forma sorpresiva justamente al comenzar a desarrollar el tema de cinemática.
2. Corte de fin del experimento: Se realizó al concluir los contenidos correspondiente a cinemática. El mismo se incorporó al sistema de evaluación de la asignatura.

3. Corte de sistematización. Se realizó después de concluir los contenidos correspondiente a la dinámica de la partícula. En todos los cortes se aplicó una prueba pedagógica combinada con una entrevista, mientras que la medición se realizó de dos formas:

1. Cuantitativa: A través del resultado en puntos (0 a 100) según una clave elaborada previamente.
2. Cualitativa: Los resultados del examen y la entrevista complementarias se evalúan según una escala de asimilación del contenido que comprende cuatro niveles. (Alvarez de Zayas, 1992).

Para complementar los resultados alcanzados en el experimento pedagógico se aplicaron otros instrumentos dirigidos a determinar en qué medida se incidió en la motivación, la orientación hacia la actividad de aprendizaje, el modo de ejecución del mismo y la propia valoración de los estudiantes acerca de la metodología aplicada a los contenidos de cinemática.

A través del análisis de los resultados obtenidos en el experimento pedagógico y la aplicación de los instrumentos se pudo constatar:

1. Los resultados del corte de salida y de sistematización revelan con significación estadística que los grupos experimentales están favorecidos en la asimilación del contenido.
2. El análisis de los resultados del registro de la actividad interactiva reveló que los estudiantes de más alto aprovechamiento académico siguen determinados patrones en la realización de tareas con el ordenador; caracterizados por la tendencia a reducir su cantidad, cambiar el orden de ejecución, mezclar las actividades de un ejercicio con las de otro y realizar actividades por su propia iniciativa, al compararse con las elaboradas teóricamente. Por otra parte se constató la existencia de un por ciento más bajo de acciones físicamente equivalentes y la tendencia de estos estudiantes a asumir el liderazgo cuando se trabaja en pequeños grupos con el ordenador.

30Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

acciones físicamente equivalentes y la tendencia de estos estudiantes a asumir el liderazgo cuando se trabaja en pequeños grupos con el ordenador.

3. Tanto en el análisis de los resultados de las encuestas como de las entrevistas grupales se pudo constatar que los estudiantes que transitaron por el reforzamiento de la función descriptiva de la teoría se sienten más motivados e interesados por la disciplina y valoran altamente el fortalecimiento de las relaciones interpersonales que se establecen producto del uso de técnicas de trabajo en grupo.

Conclusiones:

El análisis y valoración de los resultados obtenidos en la investigación empírica y del desarrollo del resto de las tareas derivadas del objetivo planteado permiten concluir:

1. Se verificó la hipótesis planteada, quiere decir, que el reforzamiento de la función descriptiva de la teoría a través de la estructuración del contenido y el uso de la computadora como medio de enseñanza en la elaboración de los hechos condujo a elevar el nivel de asimilación del contenido por parte de los estudiantes.
2. Se elaboró una concepción metodológica para la formación de los hechos que se apoya en el uso del ordenador como medio de enseñanza. A partir del diseño, programación, validación y aplicación de siete simulaciones y dos variantes de interfaz, se demostró la efectividad del uso de la computadora para el análisis de situaciones experimentales dentro de la enseñanza de la Física, así como medio para la retroalimentación de la marcha del proceso al controlar de forma continua la actividad interactiva del estudiante con el ordenador en la asimilación de los contenidos.

3. Se diseñó y probó en la práctica una alternativa metodológica para abordar la formación de conceptos a partir de la generalización empírica, lo cual además de acercar al estudiante al modo de actuación del científico, contribuye a mejorar la economía del tiempo.
4. Se demostró que los estudiantes de más alto aprovechamiento académico siguen determinados patrones de conducta en su interrelación con el ordenador.

Bibliografía.

- Alvarez de Zayas, C. La Escuela en la Vida. Editorial Félix Varela. La Habana (1992).
- Bascones, J. L. de. Instrucción y aprendizaje significativo Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas (1990).
- Bascones, J. L., J. K. Novak Alternative instructional system and the development of problem solving skills in Physics. European Journal of Science Education 7(3) (1985) 251.
- Bugaev, A. Y. Metodología de la Enseñanza de la Física en la escuela media. Pueblo y Educación (1989).
- 31Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996
- Colectivo de Autores. Metodología del Conocimiento Científico. Pueblo y Educación. La Habana, (1977).
- Davidov, V. V. Análisis de los principios didácticos de la escuela tradicional y posible principios de enseñanza en el futuro próximo. Antología. Progreso. Moscú. (1987), p 43.
- Davidov, V. V. Tipos de Generalización en la enseñanza Pueblo y Educación (1981).
- Fuentes González, H. C. Perfeccionamiento del sistema de habilidades en la disciplina Física General para estudiantes de Ciencias Técnicas. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas 1989.
- García Ramis, L. y otros. Metodología de la Enseñanza de la Física en Preuniversitario. Pueblo y Educación. Holguín (1990).
- González Bello, S. Perfeccionamiento de la Metodología de la Enseñanza de la Física Moderna en la Escuela Media Cubana. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. 1994.
- González Pérez, O. E. y A. Rodríguez. A Lápiz. Vol 1 (2) México (1995) 23.
- González Pérez, O. E. y M. Sarduy. Interfaz para la enseñanza de la Cinemática. Forum de Ciencia y Técnica. Provincia de Sancti Spíritus 1993.
- Horrutiner Silva, P. El perfeccionamiento del sistema de conocimientos en la disciplina Física para estudiantes de ingeniería Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. 1985.
- Mínujin, A. y G. Mirabent. Cómo estudiar las experiencias pedagógicas de avanzada. Pueblo y Educación. La Habana (1989).
- Moltó Gil E. Perfeccionamiento de la planificación de la Disciplina Física General para la carrera Química de la Licenciatura en Educación. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas 1990.
- Núñez Jover, J. Teoría y metodología del conocimiento científico. MES. 1989.
- Pérez Breto, P. La activación de la actuación cognoscitiva de los estudiantes durante el curso de Física General en los Institutos Superiores Pedagógicos. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. 1989.
- Pérez Martínez, L. La formación de habilidades lógicas a través del proceso docente educativo de la Física General en Carreras de Ciencias Técnicas. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. 1993.
- 32Revista Pedagogía Universitaria Vol. 1 No. 3 1996

Ramírez Urrizarri, L. A. Perfeccionamiento del sistema de enseñanza del electromagnetismo en la formación de profesores de Física en los Institutos Superiores Pedagógicos. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. 1992.

Rasumovski, V. G. Desarrollo de las capacidades creadoras de los estudiantes en el proceso de enseñanza de la física. Pueblo y Educación. (1987).

Riverón, C. y otros. Métodos que activan el proceso en Mecánica. Informe Final de Investigación. ISP Cap. Silverio Blanco Núñez. Sancti Spíritus. Cuba. 1990.

Talizina, N. F. Psicología de la Enseñanza. Progreso. Moscú.(1988).

Valdés Castro, P. Activación de la actuación cognoscitiva de los alumnos durante el estudio de la Física en la Secundaria Básica. Compendio de artículos sobre Metodología de la Enseñanza de la Física. Folleto mimeografiado por la comisión de Física del MES y el ISP Enrique José Varona 1983.

