

Experiencias de un curso introductorio de física para los estudiantes de la carrera de ingeniería civil en la UMCC

T. Espinosa[†], y J. Mazorra^a

Departamento de Física, Universidad de Matanzas, Cuba; tomas.espinosa@umcc.cu.

a) Departamento de Física, Universidad de Matanzas; jorge.mazorra@umcc.cu.

[†] autor para la correspondencia.

Recibido el 1/02/09. Aprobado en versión final el 16/06/2010.

Sumario. El nivel de partida de los estudiantes de nuevo ingreso es uno de los factores que más incide en los bajos índices de eficiencia en la disciplina Física General en la UMCC. Un aspecto que tiene que ver con este problema es el relacionado con las diferencias existentes entre el nivel real con que acceden los estudiantes a los estudios universitarios y el que se prevé en los planes de estudio. Hasta hace poco tiempo no se tenía en cuenta el dominio que tienen los estudiantes, de los contenidos que aseguran el tránsito adecuado por la carrera, asumiéndose que lo dominan. Se ha comprendido la necesidad de un tratamiento diferenciado a los estudiantes, en correspondencia con los conocimientos, y sus habilidades con que cada uno de ellos arriba a la educación superior. En este trabajo se exponen los antecedentes, fundamentos metodológicos y experiencias un Curso Introductorio de Física en la Carrera de Ingeniería Civil que tiene como fin convertirse en una orientación para el estudio en la disciplina a partir del desarrollo de habilidades para el aprendizaje, así como de la lógica y el lenguaje de esta ciencia.

Abstract. The start-up level of the fresh man students is one of the main factors that influences the low-results of efficiency in General Physics in the University in Matanzas "Camilo Cienfuegos". One of the aspects that has to do with this problem is the current differences between the real levels of the students with which they access higher education and the one expected in their curricula. Until very recently the real mastering of the students' knowledge that will ensure their successful performance within the program was not taken into account, assuming that they master that knowledge in the required level. The need of a differentiated treatment for the students has been understood, as compulsory, corresponding with their skills and knowledge. In this research paper the antecedents, methodological foundation and experiences of a syllabus for a Physics Introductory Course for the Civil Engineering major are presented. This course intends to become an orientation of the study of the discipline based on the development of their learning skills, the logic and language of this science.

Palabras clave. Curricula and evaluation (physics education), 01.40.G-, Physics education, 01.40.-d, curricula and evaluation, 01.40.G-, educational aids, 01.50.-I, teaching methods, 01.40.gb

1 Introducción

En la UMCC la Ingeniería Civil. Tiene una extensión de cinco años y cuenta entre sus disciplinas de Ciencias Bási-

cas con un curso de Física. El curso de Física para esta carrera consta de las asignaturas Física I y Física II y Física III. La Física I, ubicada en el segundo semestre del primer año, incluye en sus contenidos la cinemática y dinámica de la partícula, el movimiento oscilatorio y, el

ondulatorio, la física molecular y la termodinámica. Para la enseñanza de la Física debemos tener en cuenta como algo más que importante el nivel de partida de los estudiantes, determinante para la efectividad de la enseñanza.

Esto es conocer, la disponibilidad de conocimientos básicos, el nivel de desarrollo de capacidades, habilidades así como el dominio de importantes operaciones mentales, procedimientos de trabajo, hábitos y técnicas para el contenido concreto de la enseñanza.

El nivel de partida de los estudiantes de nuevo ingreso es uno de los factores que más incide en los bajos índices de eficiencia en la disciplina Física General la universidad.

Uno de los problemas más complejo que enfrenta la enseñanza universitaria contemporánea y en particular las disciplinas que como la Física General forma parte del ciclo básico de diferentes carreras, es la no correspondencia entre el nivel de partida o exigencia que se le plantea a los estudiantes de nuevo ingreso y el nivel de conocimientos y de formación de competencias que realmente poseen.

Al respecto se han instrumentado los cursos introductorios, cuya tendencia fundamental ha sido tratar de resolver las insuficiencias que el alumno arrastra del nivel, precedente, cuyo fin es garantizar el tránsito paulatino de las asignaturas de la enseñanza media superior a las disciplinas universitarias. *En este trabajo se exponen los antecedentes y fundamentos metodológicos de un programa para la asignatura Introducción a la Física en la UMCC*, destinado a asegurar el nivel de partida del alumno para el estudio de la disciplina, en el que se hará énfasis en el desarrollo de habilidades para el aprendizaje de esta ciencia, el mismo tiene como fin convertirse en una orientación para el estudio en la disciplina a partir del desarrollo de habilidades para el aprendizaje, así como de la lógica y el lenguaje de la ciencia.

2 Preliminares

La Psicología Educativa actual considera al nivel de partida del estudiante como un componente fundamental en la estructura del contenido de la actividad cognoscitiva en el nivel superior, entendido este no solo como las posibilidades intelectuales, sino también como su esfera de motivos, intereses, posibilidades volitivas, así como el desarrollo de estrategias cognitivas y meta cognitivas (González Pacheco 1994).

A partir de los diagnósticos realizados para constatar el nivel de desarrollo de habilidades generales para el estudio en los nuevos ingresos (González Pacheco 1994, 1991, 1987, Sanz 1989, Santos 1988, Hernández 1988), el CEPES ha realizado de forma experimental y posteriormente generalizado a la práctica educativa, programas estructurados encaminados a iniciar a los estudiantes en la formación de las acciones para la aclaración, el procesamiento y la fijación de contenidos científicos; la planificación, organización y control del tiempo, así co-

mo la búsqueda y procesamiento de la información científica.

El sistema educativo cubano se encuentra hoy inmerso en profundas transformaciones, desde la Enseñanza Primaria hasta la Universidad, lo que se evidencia en los documentos consultados (MES 2001, MES 2005, Vecino, F. 2002, MINED 2004). Se producen, por tanto, cambios radicales en su modelo educativo, "...partiendo de ideas y conceptos enteramente nuevos" (Castro, F. 2002:5-6) para el logro de una cultura general integral, lo que demuestra la constante preocupación por resolver los problemas en el aprendizaje, entre los que se señalan: una tendencia a reproducir contenidos y a no razonar sus respuestas (Zilberstein, J. 2001); en el tránsito por los grados, tienen limitaciones en la generalización y aplicación de los contenidos (Zilberstein, J. 2004), muy pocos elaboran preguntas, argumentan y valoran; es limitada la búsqueda de procedimientos para aprender y planificar sus acciones (Zilberstein, J. 2001), no se percatan de los errores que cometen, poseen pocas posibilidades para la reflexión crítica y autocrítica de lo que aprende, lo que provoca una limitada inclusión consciente en su aprendizaje (Zilberstein, J. 2004), no asocian cuáles son los contenidos a utilizar para resolver un problema de Física determinado, olvidando con rapidez los contenidos que se consideraban vencidos de un grado a otro y más aún de un nivel a otro, hasta llegar a las aulas universitarias.

Numerosos autores han coincidido en el papel relevante que posee la experiencia previa del estudiante en la adquisición de nuevos conocimientos. Dentro de ellos se destacan C. Coll (1993), N. Talízina (1985), E. Ander Egg (1995), O. Castro (1999) No obstante, en la mayoría de las ocasiones los docentes no explotan esta posibilidad. De igual manera sucede con diversos elementos de la esfera afectiva: valores, actitudes, sentimientos, etc. No siempre se investiga acerca de estas cualidades de forma individual en los estudiantes con el propósito de trazar estrategias para el trabajo educativo.

Una de las exigencias del programa vigente de la disciplina en la universidad es la coincidencia de la lógica del proceso docente educativo en la Física en los niveles medio superior y superior, el cual está determinado por dos ideas básicas respecto a la organización y estructuración del contenido: 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 (Valdés Castro 1983, García 1990) y con ello se pretende acercar al estudiante al modo de actuación del científico. La Historia de la Física enseña que una de las premisas para el desarrollo con éxito de la actividad científica y por tanto de cualquier enseñanza que pretenda reproducir los elementos fundamentales de la investigación, es el dominio por parte del sujeto de los métodos y regularidades del conocimiento científico, así como del lenguaje de la Física.

En contraposición a este requisito se ha podido constatar que los estudiantes no siempre toman consciencia de cómo se estructuran y producen los distintos niveles de sistematización del conocimiento en la Física (González Bello 1994, Ramírez 1992). En una encuesta aplicada a estudiantes del primer año de la Carrera de ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas se reportaron bajos niveles de asimilación de contenidos elementales y de la Metodología del Conocimiento Científico aplicados a la Física.

La idea metodológica fundamental de este trabajo es convertir a la asignatura Introducción a la Física en un elemento fundamental en la motivación de los estudiantes y en una base orientadora para la actividad de estudio y en fin el desarrollo y perfeccionamiento de habilidades, en correspondencia con la teoría de formación por etapas de las acciones mentales (Talizina 1988). Luego, su tarea principal consiste en preparar los cimientos para el ulterior trabajo permanente y cada vez de forma más independiente de los alumnos a lo largo de la Física General, a fin de perfeccionar la elaboración y uso de estrategias de aprendizaje para esta ciencia.

El carácter general del contenido de la base orientadora se desprende de su propio propósito, su generalidad no radica en ser portadora de las ideas y principios más profundos y esenciales que sustentan y explican el comportamiento de los diferentes objetos y fenómenos físico en el mundo de hoy, sino en abordar a los conceptos, leyes y regularidades que caracterizan el modo de actuación del investigador en la construcción del sistema de conocimiento de la Física, quiere decir, que la búsqueda y revelación de lo general está dirigido no tanto a los resultados como a la dinámica del proceso de obtención de los conocimientos.

La elaboración de forma independiente de la base orientadora se logra a través de tres estrategias fundamentales:

1. Se asume una alternativa diferente en la concepción de la asignatura, la misma radica en centrar la atención en los conocimientos y habilidades que posee el estudiante de nuevo ingreso, en vez de hacer énfasis en las carencias que manifiestan de los mismos, quiere decir, es preciso aprovechar esa experiencia adquirida durante el estudio de la asignatura en el preuniversitario con vista a estructurarla, reorganizarla y dar una visión lógica e integral del contenido de la ciencia. De tal forma que el estudiante, a partir del conocimiento general de la estructura de la ciencia, el sistema categorial jerarquizado y los métodos de investigación, pueda en cada caso particular identificar estas regularidades y establecer sus propias estrategias de aprendizaje para la asimilación, dominio y sistematización del contenido de la disciplina.

2. En su contenido se incluyen elementos relativos a la meta cognición que contribuye a la toma de conciencia por parte de los estudiantes de los procesos y estados cognitivos.

3. Uso de técnicas grupales que crean un clima de confianza y seguridad en el estudiante y los motivan a la participación consciente y activa en el proceso docente

educativo, lográndose de esta forma, la activación de la actuación cognoscitiva y creando las condiciones propicia para un aprendizaje duradero; se trabaja colectivamente en la búsqueda, procesamiento y elaboración de la información, lo cual permite pensar conjuntamente para encontrar soluciones y modificar criterios.

4. Uso de las TICs.

El programa diseñado para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil de la UMCC *está concebido para el curso introductorio que se imparte durante seis semanas en el primer semestre de esta carrera*. La asignatura se impartirá en 40 horas con una frecuencia de 8 horas semanales. El método para el desarrollo de las clases escogido se basa fundamentalmente en clases semipresenciales, conferencias, clases prácticas y se utilizará técnicas aportada por la dinámica de grupo.

Se planifican además, la proyección de videos y el uso de software educativo. Los contenidos fundamentales están relacionados con los temas siguientes.

Magnitudes físicas. . Fuerzas en la Naturaleza. Leyes de conservación y la Física Molecular y Termodinámica. El Sistema Internacional se estudia en relación con el papel que juega la unidad en la definición de las magnitudes físicas y la importancia del análisis dimensional en la solución de problemas.

3 Temas del curso

El curso ha sido estructurado con un marcado énfasis didáctico en cinco temas:

Tema 1 Introducción al curso. ¿Para qué estudiar Física? ¿Cómo estudiar Física? ¿Qué estudia la mecánica? ¿Por qué es importante el estudio de la mecánica? Leyes físicas ¿Qué es una ley? ¿Qué es una teoría?

Tema 2 Magnitudes físicas. Magnitudes físicas. Magnitudes fundamentales y derivadas. Sistema Internacional de Unidades. Precisión y exactitud. ¿Qué es medir?; Múltiplos y submúltiplos de las magnitudes fundamentales

Tema 3. Magnitudes escalares y vectoriales. Vector. Representación gráfica. Suma de vectores. Propiedades de la suma de vectores (sin demostración). Resta de vectores. Componentes de un vector. Vectores unitarios. Suma y resta en cartesianas. Producto escalar de dos vectores. Producto vectorial de dos vectores

Tema 4. Fuerzas en la Naturaleza. Movimiento rectilíneo uniforme y variado. Movimiento curvilíneo. Leyes fundamentales del movimiento. Leyes de fuerza. Fuerza de gravitación universal. Fuerza electromagnética. Fuerza elástica. Fuerza de fricción. Fuerzas nucleares.

Tema 5. Leyes de conservación. Introducción. Método de trabajo con las leyes de conservación . Ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal. Ley de conservación de la energía mecánica. Conservación de la energía.

Tema 6. Física Molecular y Termodinámica. Ideas principales de la teoría cinético-molecular. Movi-

miento caótico de las moléculas. Explicación del movimiento browniano. Masa de las moléculas. Cantidad de sustancia. Número de Avogadro. Tamaño de las moléculas. Gas ideal. Cálculo de la presión con ayuda de la teoría cinético-molecular (sin demostración). Concepto de temperatura. Temperatura absoluta. Escala de temperatura. Relación de la temperatura con la velocidad de las moléculas. Ecuación de estado del gas ideal. Introducción a la termodinámica. Equilibrio termodinámica. Procesos reversibles e irreversibles. El trabajo en la termodinámica. Equivalencia entre cantidad de calor y trabajo. Energía interna. Primera ley de la termodinámica.

Debe exigirse y controlarse la realización de los ejercicios que se orienten para el estudio individual, para lograr que se alcance el objetivo pedagógico de consolidar los conocimientos y las habilidades.

El tema # 1: Introducción al curso. ¿Para qué estudiar Física?, constituye una introducción general donde se pretende caracterizar al proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco de la Física, tomando como punto de referencia elementos de la teoría psicológica de la actividad.

La categoría objetivo se presenta marcando los propósitos de la Física como ciencia y como disciplina, en este momento se revela la evolución histórica hasta nuestros días del objeto de estudio, tareas y problemas, destacándose el aporte al perfil de la carrera. ¿Qué es una magnitud física?; ¿Qué es medir?; ¿Qué es una ley? y ¿Qué es una teoría?, se continua profundizando en el contenido, en particular se hace énfasis en el concepto de magnitud física, ley y teoría como forma fundamental de organizar el conocimiento científico, la lógica general de la formación de conceptos, leyes y teorías, revelándose la función de los hechos, hipótesis, así como sus aplicaciones técnicas y prácticas, para lo cual es preciso abordar de forma general los métodos de investigación. El contenido abordado se apoya esencialmente en la experiencia que los estudiantes poseen de la asignatura en el nivel medio superior.

Temas # 2 y 3: Respecto al concepto de magnitud se revelan sus propiedades esenciales: cuantificación de una cualidad, modo de medición y unidad, se establecen diferentes criterios de clasificación y se profundiza en la habilidad de medir con determinados instrumentos relacionados con la carrera, Los conceptos y reglas del sistema internacional de unidades también son abordados con detalles, en tal sentido se hace énfasis en la conversión de unidades y el análisis dimensional.

Temas # 4, 5, 6: están destinados al estudio Fuerzas en la Naturaleza, Leyes de conservación, Física Molecular y Termodinámica, en ellos se profundiza los elementos estructurales y lógicos de los conceptos, clasificándolos y aplicándolos en la solución de problemas de Física del nivel medio superior.

Al abordar la teoría en cada tema se hace desde dos enfoques: epistemológico y estructural, retomando las ideas generales desarrolladas en el primer tema acerca de este sistema de conocimiento e integrándolas con la pro-

fundización hecha en los temas siguientes acerca de los conceptos y leyes, lo cual permite reflejar en todo detalle a los hechos, el núcleo y las consecuencias o derivaciones. Se dimensiona el método hipotético deductivo y se destaca el valor gnoseológico y metodológico de la hipótesis y el modelo. Retomando la experiencia adquirida por el estudiante en la enseñanza media se ejemplifica y argumentan los procesos de elaboración de hipótesis, y deducción de consecuencias.

Se hace necesario destacar las acciones que deben realizar el profesor y los estudiantes para que estos asimilen el contenido, se establecen las formas de organizar el proceso a partir de la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales y se refuerza el concepto de estrategias de aprendizaje, las cuales deben ajustarse a la fase del proceso que transcurre: comprensión, dominio, evaluación o sistematización del conocimiento, así como a las condiciones en que se desarrolla. Se declaran los objetivos que debe alcanzar en cada fase y las técnicas o herramientas que puede utilizar. En la etapa de dominio y asimilación se discute la metodología general de solución de problemas. El conocimiento de sus propias posibilidades cognoscitiva se aborda a la luz del concepto de Meta cognición. Por último se revelan las acciones fundamentales para la preparación del estudiante con vista a las evaluaciones.

Este programa ha sido concebido sobre la base de las ideas siguientes:

- La orientación sociocultural de la enseñanza – aprendizaje. (Valdés y Valdés, 1999).
- La orientación investigadora de la educación científica. (Valdés y Valdés, 1999).
- La consideración de las características distintivas de la actividad psíquica humana durante el proceso de enseñanza – aprendizaje. (Valdés y Valdés, 1999)
- La consideración del carácter de sistema natural, social, abierto, dirigido y autorregulado del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Los elementos fundamentales de las transformaciones del PEA en la Enseñanza Media Superior.

Las ideas didácticas mencionadas demandan que el contenido de la asignatura incluya, como elementos fundamentales, situaciones problemáticas abiertas que los alumnos acotan y solucionan bajo la dirección del profesor. Es indispensable que los problemas se presenten a los estudiantes en contextos donde resulten necesarios y significativos, relacionados con el contenido de la profesión y de las diversas asignaturas que componen la carrera.

Dado el número de estudiantes que tenga el grupo, los profesores confeccionarán sistemas de tareas para dirigir la resolución de los problemas planteados. En general, los alumnos solucionarán dichos problemas y las tareas correspondientes, organizados en equipos de 4 – 5 personas (si es posible dada la matrícula). Tales equipos se forman atendiendo a las preferencias de los estudiantes, luego se elige un representante por cada uno de los equipos y son seleccionados también 2 – 3 monitores en el grupo. Semejante forma de trabajo se aproxima al modo

de actuar de los alumnos en el grado precedente, favorece el análisis colectivo y, con este, la utilización del lenguaje externo al comenzar el aprendizaje de aplicación de los contenidos.

La asignatura también contribuye al *componente investigativo* de la carrera al aproximar el proceso de enseñanza aprendizaje en ella a la forma de trabajar en la ciencia y propiciar por tanto, el uso de las computadoras, el planteamiento de problemas e hipótesis, el acotamiento de situaciones abiertas, el trabajo en equipo, la búsqueda bibliográfica.

Dentro de las tareas que el profesor puede desarrollar vinculadas al componente laboral son:

1. Inventario de las magnitudes físicas relacionadas con su carrera, clasificándolas de acuerdo a la variable matemática, revelando la definición utilizada, las unidades en que se reporta su medición y los instrumentos posibles para su medición (directa o indirecta), describiendo sus características técnicas: rango, apreciación, etc. Lo cual se debe presentar en forma de tabla atendiendo a la clasificación realizada, incluyendo el nombre de la magnitud en español e inglés.

2. Inventario de los modelos físicos fundamentales en los programas de la enseñanza media, destacando su definición y las limitaciones.

3. Inventario de las leyes y principios contenidos en el programa de física de la enseñanza media, revelando su enunciado, representación matemática y límites de aplicación.

4. Informe valorativo acerca del uso del SI en empresas del territorio.

5. Mesa redonda con los profesores del departamento acerca de la metodología para la solución de problemas.

Otro aspecto importante a destacar en la asignatura es lo concerniente a su contribución a la formación política e ideológica de los estudiantes. Esta contribución se hace en la asignatura fundamentalmente a partir del desarrollo del propio contenido. Las vías fundamentales para este desarrollo son las siguientes:

- Al desarrollar el contenido de la asignatura se estudian las biografías de los principales físicos, recalcando el carácter humanista de estos.

- Se analiza la relación entre la Física y la sociedad destacándose la contribución que hace esta al desarrollo social y la que este desarrollo social hace a esta ciencia.

- Otro aspecto importante es la contribución a la formación de la concepción científica del mundo y a la formación de valores morales tales como: disciplina, honradez, solidaridad, laboriosidad, responsabilidad, entre otros. Al final del curso se hace un análisis del mismo, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- Resumen de la actividad realizada a lo largo del curso.

- Logros y limitaciones en la formación adquirida por los estudiantes y en la organización del curso.

- Perspectivas para mejorar el trabajo de la asignatura y avanzar en la formación de los estudiantes para enfrentar con éxito el curso de Física General.

La evaluación en la asignatura. La evaluación de los estudiantes será sistemática y un examen final.

Con el propósito de valorar no solo el resultado final del proceso, sino también cómo transcurre el mismo, los profesores deben realizar cortes evaluativos, además de la determinación del nivel de entrada de los estudiantes. Se propone de la siguiente forma:

1. *Corte:* Se realizar de forma sorpresiva al comenzar a desarrollar el tema de cinemática y dinámica.

2. *Corte:* Se realizará al concluir los contenidos correspondientes a cinemática y la dinámica. El mismo se podrá incorporar al sistema de evaluación de la asignatura.

3. *Corte:* Se desarrollará al concluir la asignatura. La medición en cada corte se realizará de dos formas:

- I). *Cuantitativa:* A través del resultado alcanzado por cada uno de los estudiantes en puntos

- II). *Cualitativa:* Atendiendo a los resultados en los exámenes y las entrevistas complementarias se evalúan la asimilación del contenido según una escala (Alvarez de Zayas, 1992) que comprende cuatro niveles.

Para nuestro cuestionario del nivel de partida se formularon preguntas sobre mecánica por tratarse de un tema de importancia para la Física.

Referencias

1. Alvarez de Zayas, C. La Escuela en la Vida. Editorial Félix Varela.

La Habana (1992)

2. 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).

3. García Ramis, L. y otros. Metodología de la Enseñanza de la Física en Preuniversitario. Pueblo y Educación. Holguín (1990).

4. 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).

5. González Pacheco, O. y otros. El enfoque histórico cultural como fundamentación de una concepción pedagógica. En: Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. MES, La Habana. (1991).

6. González Pacheco, O. y otros. La formación de habilidades para la actividad de estudio. CEPES. La Habana. (1987).

7. 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).

8. Sanz, T. Estudios de los procedimientos lógicos identificación y clasificación. Tesis de doctorado. La Habana. (1989).