



Libro de texto de física para el nuevo programa de formación de médicos latinoamericanos

M. A. Capote, M. A. González^a y E. Sangüinety^b

Subdirección Docente, Escuela Latinoamericana de Medicina, Cuba; marco@elacm.sld.cu

a) Departamento de Física, Escuela Latinoamericana de Medicina, (fallecido).

b) Departamento de Física, Escuela Latinoamericana de Medicina; esangui@elacm.sld.cu

†autor para la correspondencia

Recibido el 15/06/2007. Aprobado en versión final el 30/06/2007.

Sumario. En el presente trabajo se exponen los objetivos y procedimientos seguidos por un colectivo de profesores de la Escuela Latinoamericana de Medicina, para confeccionar el Libro de Texto de Física para el Nuevo Programa de Formación de Médicos Latinoamericanos. Se explica cómo fueron seleccionados los temas de la Física que tributan a las Ciencias Básicas Médicas y las Ciencias Clínicas. Por último se presentan la estructura del texto y los contenidos por temas, así como algunos recursos didácticos utilizados para introducir contenidos de las Ciencias de la Vida y las Matemáticas que resultaron imprescindibles para facilitar la comprensión y motivación de los estudiantes.

Abstract. In this work we explain the objectives followed by a group of professors from the Latinoamerican Medical School to make the physic book to the Latinoamerican Medic New Program Formation.

Palabras clave. Libros de texto para no graduados 01.30.mp, métodos de enseñanza 01.40.gb

1 Introducción

La enseñanza de la física constituye una herramienta esencial para la comprensión y posible explicación de los cuerpos y fenómenos presentes en la naturaleza. A partir de sus leyes, principios, categorías y conceptos pueden ser estudiados los sistemas y los cambios que se producen en estos, tanto en el micro, macro como en el megamundo.

Los seres vivos no son una excepción en este caso. La física se convierte en una herramienta muy útil para los biólogos, médicos, biofísicos, fisiólogos, anatomistas, etc., porque permite dar respuesta a un conjunto de fenómenos que ocurren en los diferentes organismos vivos.

Para estudiar esta importante ciencia deben utilizarse medios de enseñanza que faciliten la motivación y comprensión de los alumnos. Uno de ellos lo constituye el libro de texto. En Cuba existen antecedentes de libros de

Física enfocados hacia las Ciencias de la Vida¹, ejemplo de ello el que utilizan los estudiantes de la Escuela Latinoamericana de Medicina², pero no se contaba con uno que respondiera a los objetivos y contenidos del programa de Física aprobado para el curso Premédico del Nuevo Programa de Formación de Médicos Latinoamericanos (NPFML).

Por otra parte resulta muy costoso adquirirlos en el mercado internacional y es difícil que se adapten específicamente al programa antes mencionado.

Son estas las razones por las que los compañeros del Ministerio de Educación de Cuba y los principales dirigentes del Nuevo Programa de Formación de Médicos Latinoamericanos (NPFML), teniendo en cuenta nuestra experiencia en la aplicación de este tipo de programa, nos pidieron confeccionar el Libro de Texto de Física que utilizarían los estudiantes de este proyecto.

Por lo que nos propusimos los siguientes *objetivos*:

1. Analizar los enlaces lógicos estructurales entre los

objetivos, temas y contenidos de la Física y las Ciencias Básicas Médicas y Clínicas para la selección de los objetivos, capítulos y contenidos del libro.

2. Destacar el enfoque interdisciplinario entre las ciencias física y médica en los diferentes capítulos del

libro.

3. Fundamentar la propuesta a partir de los resultados del proyecto de investigación pedagógica desarrollado por el departamento de física de la ELAM.

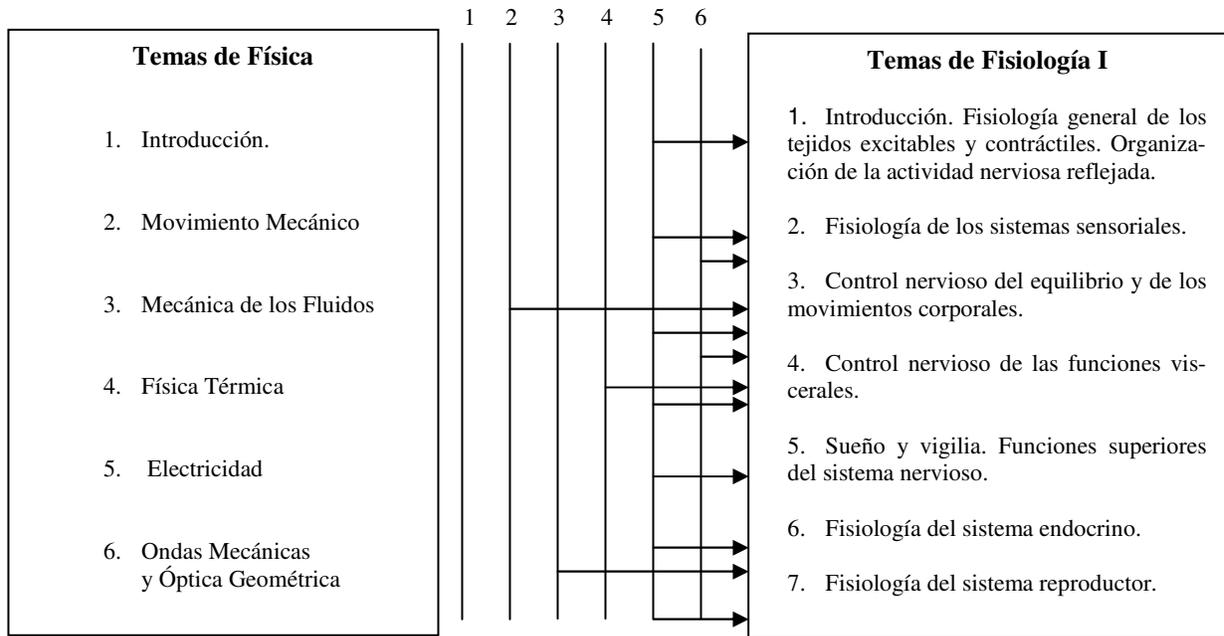


Figura 1. Esquemas lógicos estructurales entre las asignaturas Física y Fisiología I. Entre los dos recuadros se ilustran las líneas de enlace lógico de los 6 temas de Física y con flechas se señala a los temas de Fisiología I que estos aportan conceptos, leyes, métodos, etc.

2 Características del texto

La confección del libro de texto responde al sistema de medios de enseñanza que ha sido concebido, para el logro de un desarrollo didáctico en la asignatura Física del Nuevo Programa de Formación de Médicos Latinoamericanos.

Consideramos importante que para la aplicación de la concepción docente-educativa del programa, el estudiante utilizaría en la clase un libro de texto que le permitiera desarrollarse de forma independiente, pero que a su vez se mantenga orientado hacia el logro de los objetivos propuestos.

Fue intención del colectivo de autores que los alumnos contaran con un texto orientado hacia las Ciencias de la Vida³, (Biología, Biofísica, Medicina, etc.) y que permitiera dar cumplimiento a los objetivos instructivos y educativos del proyecto.

El presente libro de Física va dirigido a estudiantes del curso Premédico. Se confeccionó a partir de la experiencia acumulada por el colectivo de profesores del Departamento de Física de la Escuela Latinoamericana de Medicina, al impartir durante ocho cursos esta asignatura y cumple con los requisitos que se nos orientaron.

Los criterios seguidos para elegir los objetivos, capítulos y contenidos básicos a incluir se fundamentaron en

el análisis de enlaces lógicos estructurales entre los objetivos, capítulos y contenidos de esta asignatura y las de Ciencias Básicas Médicas y Clínicas que se imparten en la carrera de medicina en Cuba⁴.

Los resultados obtenidos fundamentaron la inclusión de capítulos que ya no presentan gran interés para los físicos, tales como, la óptica geométrica, la mecánica de los fluidos y la acústica, así como, la reducción al mínimo del material histórico y de aquellas áreas de la física contemporánea, tales como la física de altas energías y la astrofísica, que tienen un escaso impacto en las ciencias médicas. En la figura 1, que presentamos a continuación se ilustra cómo se establecieron los enlaces lógicos entre los temas y contenidos de las asignaturas Física y Fisiología I.

De esta manera definimos y calculamos el índice de aseguramiento informativo que brinda la asignatura Física a las ciencias básicas y el índice de utilización de información que reciben las diferentes asignaturas de la carrera de medicina en Cuba⁵. El resultado de este trabajo fue un texto que está estructurado en seis capítulos: *Introducción, Movimiento mecánico, Mecánica de los fluidos, Física térmica, Electricidad, y Ondas mecánicas y óptica geométrica*. En ellos se abordan los contenidos físicos mínimos necesarios para que los alumnos puedan enfrentar el estudio futuro de las ciencias básicas y clínicas.

En la Tabla I se relacionan los capítulos de libro de texto con los contenidos de cada uno. El libro cuenta con recuadros médicos en los cuales aparecen muchos ejemplos que vinculan la física con la medicina. Esto contrasta con el empleo habitual de modelos aplicados a perfiles ingenieros⁶. De este modo, problemas de cuerpos rígidos se han tomado para explicar fenómenos y estructuras biomecánicas presentes en el cuerpo humano, los campos eléctricos uniforme, los potenciales y la capacidad eléctrica facilitan el análisis físico que se realiza de las membranas celulares, y leyes como las de Boyle-Mariotte y Dalton se refieren específicamente a fenómenos relacionados con la respiración pulmonar, asimismo, aparece reflejado el aporte que ha hecho la física al diseño y construcción de equipos médicos. Todo ello constituye un cambio en el enfoque tradicional de la asignatura.

Los recuadros médicos se ilustran en el libro a través del símbolo del microscopio. La figura 2 es un ejemplo relacionado con el capítulo 3, “Mecánica de los Fluidos”, y se le presenta un ejemplo al estudiante de la importancia que tiene el concepto gasto para el estudio del sistema circulatorio de los hombres y mujeres.

El uso de las matemáticas se ajusta a los requerimientos del curso y de los estudiantes. El tratamiento de las ecuaciones de la física matemática se hace a partir del conocimiento del álgebra elemental que debe saber un bachiller⁷. Hemos incluido en algunos epígrafes recuadros matemáticos que ayuden a recordar aspectos de esta ciencia y que son de utilidad para comprender los conceptos y leyes tratados en el libro.

Los recuadros matemáticos al igual que los médicos se simbolizan, pero esta vez con un profesor que señala hacia una pizarra con un puntero. En la figura 3 se presenta un ejemplo relacionado con el concepto cifra significativa.

El *aporte* esencial del trabajo que se presenta, está dado por la significación social que representa hoy en día la formación de médicos, con profundos valores humanos, para América Latina y otras regiones del Mundo⁸.

La presencia del Libro de Texto da crédito al desarrollo sostenible del Proyecto Educativo de la asignatura, ahorrando recursos y moneda libremente convertible.

La Editorial Pueblo y Educación hizo todo el proceso editorial de este libro. Fue impreso en la empresa gráfica de Villa Clara “Enrique Núñez Rodríguez” en el mes de diciembre de 2005. La presente edición fue de 4 050 ejemplares. En estos momentos circula por el país una edición de 20 000 ejemplares.

3 Conclusiones y recomendaciones

- La confección de este texto se hizo a partir del análisis de los enlaces lógico-estructurales entre los objetivos, capítulos y contenidos la asignatura Física y las Ciencias Básicas y Clínicas de la carrera de medicina en Cuba.
- En el trabajo realizado se tuvo en cuenta el enfoque

interdisciplinario de la Física con las Ciencias de la Vida.

- Este trabajo es uno de los resultados más importantes del proyecto de investigación pedagógica del Departamento de Física de la ELAM⁹.

- Los cambios en los contenidos y el desarrollo de la instrumentación en las ciencias son vertiginosos. Por lo que recomendamos que este libro debe ser sometido a un proceso de validación y posterior perfeccionamiento.

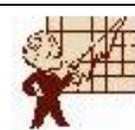


En el sistema circulatorio uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta es el gasto cardiaco, o sea, qué volumen de sangre es impulsado por el corazón por unidad de tiempo. Del valor del gasto cardiaco depende la adecuada oxigenación de todos los tejidos del organismo.

Veamos ejemplos de gasto cardiaco en diferentes condiciones:

1. Adulto medio (70 kg) descansando: **5 L/min**
2. Adulto medio de pie o caminando suave: **7 L/min**
3. Adulto medio durante ejercicio intenso: **25 L/min**
4. Deportista entrenado en ejercicio intenso: **35 L/min**

Figura. 2 Ejemplo de recuadro médico en el capítulo 3 del libro de texto.



Al realizar mediciones el valor de la magnitud medida depende de la menor división de la escala del instrumento. Por ejemplo, al medir tiempo con un cronómetro si la escala del instrumento aprecia sólo hasta las décimas de segundo, como en el ejemplo anterior, los valores deben reportarse en las tablas que se elaboren de la forma siguiente: 11.2 s; 11,5 s; 11,0 s etc.

Al conjunto de Cifras exactas más la dudosa del siguiente orden (entero o decimal), se les llama: “Cifra significativa”.

Figura 3. Ejemplo de recuadro matemático relacionado con el concepto cifra significativa

Agradecimientos

A la MSc. Silvia Nancy Álvarez Cárdenas por dedicar parte de su tiempo a la revisión de este trabajo. Al MSc. Miguel Ángel Alfonso González por haber sido el promotor principal de este trabajo. A los profesores del Departamento de Física de la Escuela Latinoamericana de Medicina.

Tabla I	
Relación de los capítulos y los contenidos del libro de texto de física del Nuevo Programa de Formación de Médicos Latinoamericanos	
CAPÍTULO	CONTENIDOS
1. Introducción	La ciencia y sus métodos.
	La física. Problemas actuales, relación con la medicina.
	Magnitudes físicas y sus mediciones.
2. Movimiento mecánico	Conceptos básicos de la cinemática.
	Movimiento rectilíneo uniforme. Representación gráfica.
	Movimiento rectilíneo uniformemente variado. Representación gráfica.
	Caída vertical de los cuerpos.
	Leyes del movimiento.
	Tipos de fuerzas.
	Momento de una fuerza.
	Trabajo mecánico.
	Energía. Energía mecánica.
	Ley de conservación de la energía mecánica.
Potencia y eficiencia.	
3. Mecánica de los fluidos	Presión y densidad.
	Fluidos en reposo.
	Fluidos en movimientos estacionarios. Principio de conservación de la masa. Ecuación de continuidad.
	Presión en un fluido ideal en movimiento. Ecuación de Bernoulli.
	Viscosidad. Fluidos reales.
	Presión en un fluido real en movimiento. Ecuación de Poiseuille.
4. Física térmica	Temperatura. Escalas termométricas.
	Calor. Formas de transferencia de calor.
	Fase. Equilibrio de fase. Cambios de fase.
	Interacción de los átomos y las moléculas.
	Difusión.
	Leyes de los gases.
	Ley de Dalton.
5. Electricidad	Carga eléctrica. Ley de conservación de la carga eléctrica.
	Ley de Coulomb.
	Campo eléctrico. Intensidad del campo eléctrico. Fuerza eléctrica. Principio de superposición.
	Energía potencial eléctrica. Potencial eléctrico. Diferencia de potencial.
	Dipolo eléctrico. Momento dipolar. Superficies equipotenciales.
	Condensadores. Tipos de condensadores.

6. Ondas mecánicas y óptica geométrica	Ondas mecánicas. Movimiento Ondulatorio.
	Sonido. Generalidades.
	El oído y su respuesta. Volumen del sonido.
	Ultra e infrasonido.
	Naturaleza de la luz.
	Reflexión de la luz.
	Refracción de la luz.
	Ángulo crítico y reflexión total interna.
	Dispersión y prismas.
	Lentes.
	El ojo humano como sistema óptico.
	Trastornos por refracción del ojo humano.
	Apreciación del color.

Referencias

1. J. Kane, y, M. Sternheim., Física, 2da Ed, Editorial Reverté, S. A. España (1998).
2. M. Alfonso. y coautores, *Física. Curso Premédico*. Editorial Pueblo y Educación, Cuba (2005).
3. A. González, El tránsito desde la Ciencia básica a la Tecnología: la Biología como modelo, *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 18, 91-106 (1998).
4. J. C. Torres, Indicadores cuantitativos de los enlaces lógicos entre las asignaturas Física y Fisiología I y II. Trabajo presentado en el Primer Taller Científico Pedagógico de la ELAM (2003).
5. J. C. Torres, Utilización de los contenidos de Física en los temas y clases de las asignaturas Fisiología I y II en la carrera de medicina, XVI Forum de Ciencia y Técnica de la ELAM (2003).
6. S. MacDonald, y D. M. Burns, Física para las ciencias de vida y de la salud; Fondo Educativo Interamericano, Caracas, Venezuela (2002).
7. MINED, Física Octavo grado, Programa. Pueblo y Educación, La Habana. Cuba, (1990).
8. M. Castilla y coautores, Programas Curso Premédico, ELAM, La Habana, Cuba (2005).
9. J. C. Torres y coautores, Proyecto de Investigación Pedagógico, ELAM, La Habana, Cuba (2004).