

**ENFOQUE PROFESIONAL DE LA ASIGNATURA FÍSICA DE LOS  
PRODUCTOS PARA LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL**

**Tesis de Maestría**

**Autor: Lic. Antonio José Berazaín Iturralde  
Departamento de Diseño Industrial  
Instituto Superior de Diseño Industrial**

**Tutor: Dr. Eduardo Moltó Gil  
Departamento de Física  
Facultad de Ciencias  
Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona**

**Septiembre 2000**

**Año del 40 Aniversario de la decisión de Patria o Muerte**

## INDICE

<b>Introducción</b> .....	4
<b>Capítulo I La Física: octava columna del Diseño</b> .....	8
<b>1.1 La enseñanza-aprendizaje de la Física en las condiciones actuales</b> .....	8
1.1.1 El enfoque profesional en la Educación Superior .....	8
1.1.2 La enseñanza-aprendizaje de las Ciencias .....	10
1.1.3 La enseñanza-aprendizaje de la Física como actividad científico-investigadora	12
1.1.4 La dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje a través de un sistema de tareas .....	17
<b>1.2 La carrera de Diseño Industrial</b> .....	19
1.2.2 Surgimiento del Diseño Industrial en Cuba .....	19
1.2.2 El Plan de estudios de la carrera de Diseño Industrial .....	20
1.2.3 El diseñador industrial .....	23
1.2.4 Caracterización de los estudiantes de Diseño Industrial .....	27
<b>1.3 Fundamentación de la enseñanza de la Física en la carrera de Diseño Industrial</b> .....	28
1.3.1 Los productos industriales .....	29
1.3.2 El papel de los conocimientos físicos en la formación del diseñador .....	31
1.3.3 La contribución al desarrollo de habilidades .....	32
1.3.4 La contribución al desarrollo de actitudes y valores .....	35
<b>Capítulo 2 Por qué funcionan las cosas</b> .....	37
<b>2.1 El programa de la asignatura Física de los Productos</b> .....	37
2.1.1 La situación inicial .....	38
2.2.1 Los objetivos generales de la asignatura .....	39
2.1.3 Los contenidos del curso de Física de los Productos .....	40
2.1.4 Formas de organización de la docencia .....	42
2.1.5 La evaluación .....	44

<b>2.2 Metodología de trabajo</b> .....	45
2.2.1 Los tipos tareas del sistema.....	47
2.2.2 La realización de la conferencia, la clase práctica y el seminario .....	47
2.2.3 La evaluación de la asignatura .....	49
<b>2.3 Un ejemplo del sistema de tareas: la Mecánica del sólido</b> .....	49
2.3.1 El sistema de conocimientos .....	49
2.3.2 Las tareas de seminario .....	50
2.3.3 Sección 1: fuerzas .....	52
2.3.4 Sección 2: centro de gravedad .....	54
2.3.5 Sección 3: movimiento lineal .....	57
2.3.6 Sección 4: movimiento de rotación .....	59
2.3.7 Sección 5: energía mecánica .....	61
<b>Conclusiones</b> .....	63
<b>Bibliografía</b> .....	65
<b>Anexo 1:</b> Programa de la asignatura .....	69
<b>Anexo 2:</b> Programa analítico de la asignatura .....	73
<b>Anexo 3:</b> Orientación para las tareas del seminario correspondiente al subtema de Mecánica del sólido .....	77
<b>Anexo 4:</b> Relación de tareas propuestas para los seminarios .....	78
<b>Anexo 5:</b> Relación de algunas propuestas de tareas para la asignatura .....	79

## **INTRODUCCIÓN**

Durante los últimos años se ha observado un profundo interés en consolidar la formación de diseñadores industriales mediante el establecimiento de planes de estudios que garanticen un egresado capacitado para enfrentar los problemas propios de su profesión, en el seno de una sociedad inmersa en una Revolución sociocultural, bajo la influencia de la Ciencia y la Tecnología.

En nuestro país, el Centro de Educación Superior (CES) responsabilizado en formar estos especialistas es el Instituto Superior de Diseño Industrial (ISDI), surgido en 1984 y que entregó sus primeros graduados cinco años más tarde.

Desde su fundación, en el ISDI, y en específico, en el Departamento de Diseño industrial, ha sido preocupación constante la elaboración de un curriculum que permita satisfacer el encargo social asignado, por demás, cada vez más exigente.

Este esfuerzo se ha reflejado, por ejemplo, en los Encuentros Internacionales de Diseño, que con carácter bienal organiza la Oficina Nacional de Diseño Industrial (ONDI) y en los que la formación del profesional ocupa un espacio cada vez más importante.

Así, dentro del perfeccionamiento continuo de la educación superior cubana, la carrera de Diseño Industrial introdujo, a partir del curso 95-96, la asignatura Física de los Productos como parte integrante de la Disciplina Factores Técnicos. El propósito fundamental de la misma es brindar al diseñador los conceptos y principios físicos que permitan comprender el funcionamiento de los productos y la explicación de fenómenos naturales de interés, así como contribuir a desarrollar actitudes y valores de interés para la profesión.

Al no existir experiencia en cuanto a la enseñanza de la Física para diseñadores, la mayor preocupación ha sido, desde un inicio, que la asignatura contribuya efectivamente a la mejor formación profesional de estos especialistas. Si bien hasta el curso 97-98 se había logrado determinado avance, sobre todo por la introducción de las clases de seminarios, un curso después, al iniciar nuestro trabajo, pudimos comprobar la existencia de determinadas dificultades. El origen de las mismas radicaba en limitar la contribución de la asignatura tan sólo a nivel de conocimientos, lo cual se traducía en un proceso de enseñanza-aprendizaje eminentemente pasivo, escasas posibilidades de transferencia de los conocimientos por parte de los estudiantes y un sistema de

evaluación de naturaleza reproductiva.

Es así que el presente trabajo se inserta en la problemática general de la enseñanza de la Física en carreras universitarias, donde es necesario poner los cursos en correspondencia con el modelo del profesional que se pretende formar.

La problemática anterior ha sido acotada en la investigación, de modo que el **objeto** de nuestro trabajo sea *la asignatura Física de los Productos para la carrera de Diseño Industrial*, que se imparte en el 5to. semestre.

De manera que el **problema** que nos planteamos es *cómo lograr un enfoque profesional de la enseñanza-aprendizaje de la asignatura Física de los Productos para la carrera de Diseño Industrial, sobre la base de las concepciones actuales de la Didáctica de la Física y la repercusión social de la Física.*

El **objetivo** del trabajo es *diseñar la asignatura Física de los Productos bajo un enfoque profesional, precisando los objetivos, contenidos, formas de organización y evaluación, a fin de garantizar la mejor formación profesional de los estudiantes.*

En el transcurso de la investigación nos planteamos las siguientes **preguntas científicas**:

- *¿Cómo contribuye la asignatura Física de los Productos a la formación profesional del diseñador industrial?*
- *¿Cuál debe ser la metodología de trabajo para lograr un enfoque profesional de la asignatura Física de los Productos?*

La elaboración de las respuestas ha estado influida por tendencias didácticas actuales que de hecho constituyen las **ideas metodológicas** rectoras de nuestro trabajo. A saber:

- *El enfoque profesional de las asignaturas en la Educación Superior.*
- *El aprendizaje de la Física como actividad científico-investigadora.*
- *La dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje a través del sistema de tareas.*

Estas ideas se nutren en las siguientes aportaciones:

- El desarrollo alcanzado en la Didáctica de las Ciencias y en específico de la Física relativos a cómo enseñar y cómo se aprende, de la práctica educativa y de la Física como Ciencia.

- La experiencia en la formación de diseñadores industriales, lo cual aporta un material empírico en relación con las características típicas de los alumnos que ingresan en esta especialidad así como del modo de actuación del profesional.
- La enorme incidencia que la Física como Ciencia tiene en la producción contemporánea, especialmente por los cambios cualitativos que produce en la tecnología y en la calidad de vida de los seres humanos.

En consecuencia, se realizaron las siguientes **tareas**:

- Análisis crítico de las tendencias actuales de la Didáctica de las Ciencias y de la Didáctica de la Física.
- Estudio del Plan de estudios de la carrera de Diseño Industrial, así como de otros documentos vinculados a la formación de diseñadores.
- Estudio de aspectos teóricos relacionados con el Diseño y su historia.
- Estudio del funcionamiento de equipos y dispositivos, así como de fenómenos naturales de interés.
- La puesta en práctica en el curso 99-00 de algunas de las ideas que en el trabajo se defienden.
- Elaboración de una metodología de trabajo para el desarrollo de proceso enseñanza-aprendizaje en la asignatura Física de los Productos.
- Elaboración del sistema de tareas docentes de la asignatura.
- Confección del programa de la asignatura.

Entre los **métodos** empleados en la investigación tenemos:

- El histórico-lógico, que nos permitió penetrar en el objeto de la investigación, sus antecedentes y desarrollo hasta nuestros días.
- Consulta bibliográfica sobre Didáctica de la Ciencias, Didáctica de la Física, aplicaciones de la Física en la producción, Diseño Industrial e Historia del Diseño.
- Entrevista a expertos en Didáctica de la Física y Diseño Industrial.

La **novedad** del trabajo es la elaboración, bajo un enfoque profesional, de un programa de la asignatura Física de los Productos para la carrera de Diseño Industrial y de la metodología de trabajo correspondiente, sobre la base de las concepciones didácticas actuales y la repercusión social de la Física.

El **resultado** está dado por la aplicación parcial de estas ideas durante el curso 99-00 y la propuesta de aplicación para el curso 00-01.

El documento final que se presenta ha quedado organizado en dos capítulos:

En el capítulo 1 *La Física: octava columna del Diseño*, se exponen los fundamentos teóricos del trabajo, considerando algunas cuestiones de la Didáctica, en particular, las relacionadas con las ideas metodológicas, y se caracteriza la carrera de Diseño Industrial. Asimismo, se argumenta la introducción de la asignatura Física de los Productos en el curriculum y el papel que representa en la formación del especialista.

En el capítulo 2 *Por qué funcionan las cosas* se presenta la propuesta de programa de la asignatura y la metodología de trabajo. A modo de ilustración se trata un ejemplo del sistema de tareas correspondiente a un subtema.

Estas ideas han sido expuestas en los siguientes eventos:

- Taller de Didáctica de las Ciencias, ISPEJV, octubre de 1999.
- 1er. Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias, IPLAC, diciembre de 1999.
- II Taller Iberoamericano de enseñanza de la Física Universitaria, UH, enero de 2000.
- II Encuentro Internacional de Enseñanza de la Física para Ingeniería, ISPJAE, junio de 2000.
- VI Encuentro Internacional de Diseño, La Habana, junio de 2000, en el curso pre-reunión: *La Física: octava columna del Diseño*.

Así como en las publicaciones:

- Memorias del II Taller Iberoamericano de enseñanza de la Física Universitaria (en edición)
- Colección de trabajos sobre Didáctica de la Física, Universidad de Alicante (en edición)

También, en el trabajo de diploma *Material didáctico para los seminarios de la asignatura Física de los Productos de la carrera de Diseño Industrial*, defendido por estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación en la especialidad de Física, en junio de 2000, bajo la tutoría del autor de esta tesis.

## **CAPÍTULO 1 LA FÍSICA: OCTAVA COLUMNA DEL DISEÑO**

Enfatizar la diferencia entre Ciencia y Diseño no quiere decir que la relación entre estos dos mundos no deba ser cuestionada permanentemente.

Gui Bonsiepe

Las siete columnas del Diseño

En este capítulo se estudia la contribución de la enseñanza de la Física a la formación del diseñador industrial. Para ello se presenta una breve introducción sobre la enseñanza-aprendizaje de la Física en las condiciones actuales. Posteriormente se caracteriza la carrera de Diseño Industrial, a fin de precisar el lugar de la asignatura Física de los Productos dentro del plan de estudios, incluyendo un análisis del modelo del profesional. Finalmente, se fundamenta la conveniencia de introducir la Física en dicho curriculum.

### **1.1 La enseñanza-aprendizaje de la Física en las condiciones actuales**

#### **1.1.1 El enfoque profesional en la Educación Superior**

Durante la década que termina, el término *enfoque profesional* surgió asociado al intento de lograr una mejor formación profesional en los nuevos planes de estudios de la Educación Superior. La ausencia de un enfoque profesional en los anteriores planes y la escasa integración de las actividades académicas, investigativas y laborales afectaban la calidad de la formación profesional del estudiante.

El enfoque profesional de las asignaturas significa que los conocimientos que se imparten en estas y las habilidades y los valores que contribuyen a desarrollar, deben estar en función del futuro desempeño profesional de los estudiantes (González 1994, Perera 2000).

Aunque esto pueda parecer una verdad evidente, lo cierto es que años atrás esto no era tomado en cuenta, al menos en las asignaturas que son llamadas comunmente de *no especialidad* o más técnicamente, disciplinas de carácter general o básicas. Hoy se observa un reconocimiento a la importancia de este concepto, pudiendo citar como ejemplo, los cursos de Física para las distintas carreras de Ingeniería o los de Licenciatura en Educación en las especialidades de Biología y Química.



Estudios realizados muestran logros en tales casos, tanto en los resultados docentes como en interés por parte del alumnado. Es por ello que todas las asignaturas deben tener un enfoque profesional, es decir, deben expresar claramente su relación con el perfil profesional de las carreras a las que tributan. El enfoque profesional de las asignaturas favorece la formación del interés profesional. Más aún, puede ser una vía para la eliminación de algunas de las dificultades que, como veremos, confronta la educación científica.

El enfoque profesional no debe quedar reducido a la componente académica. De hecho, la posibilidad de integrar con un enfoque profesional los componentes académico, investigativo y laboral en los actuales planes de estudio de la Educación Superior favorece el desarrollo progresivo de intereses, conocimientos y habilidades profesionales que permiten al estudiante lograr una actuación independiente y eficiente en el ejercicio de su profesión.

Esto proporciona una dimensión interdisciplinar al concepto (Perera 2000) En efecto, los componentes laboral e investigativo constituyen fuentes para la interdisciplinariedad en sí mismos, ya que atraviesan a todo el currículum y no pertenecen a una u otra disciplina. De ahí que pueda afirmarse que el enfoque profesional de cada disciplina lleva implícita, en su esencia, la necesidad de su enfoque interdisciplinar. La acción encaminada a lograr una formación profesional integral del estudiante no es inherente a una o dos disciplinas o asignaturas, sino que requiere de la interdisciplinariedad. No es correcto, por tanto, considerar el enfoque profesional y lo interdisciplinar como dos aspectos diferentes de la formación profesional.

No obstante todo lo anteriormente expuesto, no puede considerarse que la formación profesional presupone tácitamente un enfoque profesional. Asumir acríticamente esta idea, o dejar que con el tiempo se convierta en una idea “de sentido común” sería un peligro que un trabajo como esta tesis pretende impedir.

Finalmente, queremos expresar algunos criterios generales para el caso de la asignatura Física. Aquí el enfoque profesional se devela fundamentalmente en las aplicaciones y las habilidades que se pretende desarrollar, más que en el sistema de conocimientos (al menos a nivel del núcleo de la teoría).

Con esto queremos decir, por ejemplo, que lo que puede diferenciar *esencialmente* un

curso de Física para biólogos a otro impartido a estudiantes de carreras militares no es precisamente que en un caso se aborde la segunda ley de Newton y en el otro no, o la conservación del momento lineal en un programa y no así en el otro, ya que ambas son leyes fundamentales y es muy probable que estén presentes en ambos cursos. Por supuesto, habrá que tener en cuenta aspectos como el tiempo disponible o el nivel de profundidad, de acuerdo a la preparación matemática del estudiantado.

Sin embargo, las diferencias esenciales radican en las aplicaciones de estas leyes, lo cual constituye la forma de contextualizar el núcleo de los conocimientos. En el propio ejemplo citado, el movimiento de proyectiles no tiene la misma significación en ambas carreras, como tampoco la explicación de la contracción muscular. De igual manera ocurre con las habilidades, pues no siempre es de interés para el perfil profesional del egresado las habilidades prácticas de laboratorio o la resolución de problemas cuantitativos.

#### 1.1.2 La enseñanza-aprendizaje de las Ciencias

Vivimos en un mundo en el que la Ciencia y la Tecnología ocupan un lugar fundamental en el sistema productivo y la vida cotidiana en general. Hoy la Ciencia constituye una parte esencial y en constante movimiento de nuestra cultura, por lo que sin una comprensión de sus fundamentos nadie puede considerarse adecuadamente culto (Nieda y Macedo 1997)

En efecto: *“en la perspectiva de los cambios que se suceden en el mundo los países y las personas que no posean una buena formación, susceptible de permanente actualización, quedarán marginadas en lo económico, lo social y lo cultural”* (Núñez 1999)

Ante estas circunstancias, se ha venido realizando un esfuerzo por parte de un grupo importante de investigadores en el campo de la Didáctica de las Ciencias a fin de, por un lado, esclarecer las causas de las dificultades que confrontan los estudiantes en el aprendizaje de las Ciencias, y por otro, establecer cambios que superen esta situación (Gil 1993, Gil y Valdés 1996, Nieda y Macedo 1997, Valdés y Valdés 1999, 199b) Felizmente, en nuestro país estas ideas se han concretado en diversos artículos publicados, ponencias presentadas en eventos y más recientemente, en varias tesis de maestría y doctorado defendidas (Fundora 2000, Vázquez 2000, Perera 2000)

Si bien en su mayoría estos trabajos van dirigidos a la enseñanza media o a la formación de profesores, que en última instancia está muy ligada a la anterior, para nosotros ha constituido una fuente esencial, adecuando las ideas al problema que nos ocupa: enseñanza de las Ciencias (Física) para la carrera de Diseño Industrial.

Como resultado de las investigaciones realizadas ha podido precisarse un conjunto de dificultades que se manifiestan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, entre las que sobresalen (Gil y Valdés 1996, Perera 2000):

- El desinterés que manifiestan los alumnos por el aprendizaje de las ciencias.
- La utilización de un modelo expositivo de transmisión verbal, donde el profesor es el actor principal y el alumno un receptor pasivo.
- La poca percepción por parte del estudiante de la utilidad de lo que aprende, dada la falta de contextualización en la enseñanza.
- Las dificultades del alumnado para transferir lo aprendido en un contexto a otro distinto, así como la poca solidez de los conocimientos adquiridos.
- La existencia de las llamadas *ideas alternativas* en la interpretación de fenómenos naturales.
- La presentación la Ciencia como un conjunto de verdades definitivas, en programas verdaderamente enciclopédicos.

Dificultades que, podemos afirmar, no le son ajenas a la enseñanza-aprendizaje de la Física universitaria, tal como lo hemos apreciado en diversos eventos y reuniones dedicadas a estas temáticas, así como en nuestra propia experiencia profesional.

El estudio de las referencias anteriormente señaladas nos muestra la aparición, a lo largo de las últimas décadas, de distintas tendencias para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, con la intención de superar las dificultades mencionadas. Podemos citar: el modelo expositivo de transmisión-recepción, el aprendizaje por descubrimiento inductivo, el aprendizaje significativo por transmisión recepción, el aprendizaje como cambio conceptual, el modelo de aprendizaje como investigación dirigida y el enfoque sociocultural de la enseñanza de las Ciencias.

A nuestro juicio, el resultado más plausible ha sido la comprensión de concebir el aprendizaje de las ciencias no como simple cambio conceptual, sino como un cambio a la vez conceptual, metodológico y actitudinal (Gil et al 1991, Gil 1993, Gil y Valdés

1996). Esta concepción se ha desarrollado plenamente en el enfoque sociocultural de la enseñanza de las Ciencias (Valdés y Valdés 1999, 1999b)

### 1.1.3. La enseñanza-aprendizaje de la Física como actividad científico-investigadora

Es incuestionable la necesidad de actualizar los cursos, en respuesta al desfase que se produce entre los adelantos de la Ciencia y de la Tecnología y los contenidos que se imparten (Berazaín 1997). No obstante, esa actualización no puede reducirse al sistema de conocimientos y sus aplicaciones técnicas, sino que debe comprender las características del propio proceso de enseñanza-aprendizaje (Valdés y Valdés 1999b).

Una de las tendencias innovadoras más prometedoras en esta dirección es la aproximación del aprendizaje de las ciencias a la actividad científico investigadora (Gil et al 1991, Gil 1993, Gil et al 1996, Niedo y Macedo 1997, Valdés y Valdés 1999, 1999b)

En realidad esta aspiración de aproximar el proceso de aprendizaje a la actividad investigadora no es nueva. De hecho, ha sido una tendencia presente en las últimas décadas, pero que había tenido un alcance limitado debido a un enfoque inductivista, o por una excesiva simplificación de lo que es el trabajo científico. Hoy, el renovado interés que se advierte en esta orientación del aprendizaje está motivado por:

- La repercusión de la Ciencia en la vida social y en la educación, y el papel de los medios de información en la divulgación de los adelantos científico-técnicos.
- Los cambios ocurridos en la actividad científica: en el objeto de estudio de las Ciencias, en los medios de investigación, tanto intelectuales como técnicos; en la relación de la ciencia con la producción, etc.
- Una mejor comprensión de los aspectos esenciales de la actividad científica y del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Fundamentar esta tendencia desde una perspectiva pedagógico-social requiere partir del concepto mismo de Educación. Hacemos nuestro el concepto martiano: *“educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que lo ha antecedido, es hacer a cada hombre resumen viviente, hasta el día en que vive: es ponerlo a nivel de su tiempo, para que flote sobre él y no debajo de su tiempo, con lo que no podría salir a flote; es prepararlo para la vida”* (Martí 1975). Esto es, para adaptarse y transformar el contexto de su existencia: *“vivir para todos los organismos es adaptarse al medio; más para la*

*persona, vivir no es solo adaptarse al medio sino transformarlo y mejorarlo. Lo demás no sería vivir, sino vegetar.”* (Varona 1960).

De manera que el objetivo fundamental de la Educación es el aprendizaje por las nuevas generaciones de los elementos principales de la experiencia histórico-social acumulada, de la cultura de la Humanidad.

Pero la Ciencia, y en particular, la Física, es parte de la cultura, y esta, cualquiera que sea la rama de que se trate, puede expresarse de modo generalizado de la forma siguiente (Danilov et al 1981, Valdés y Valdés 1999b):

- Un sistema de conocimientos sobre la naturaleza, la sociedad, los modos de actuar.
- Experiencia en la realización de acciones (plasmada en hábitos y habilidades) y, muy especialmente, en la actividad investigadora, creadora (expresada en la preparación para la solución de nuevos problemas).
- Determinada actitud hacia el mundo y el proceso de su conocimiento (expresada en el comportamiento y el sistema de valores de las personas).

Por lo que se infiere que, no obstante su excepcional importancia, los conocimientos sólo constituyen uno de los componentes de la experiencia histórico-social. De modo que el aprendizaje de la Física, entendida esta como cultura, supone la adquisición de ciertos conocimientos y habilidades, pero también determinada experiencia en la actividad científico-investigativa, de actitudes y valores. Lamentablemente, tradicionalmente este enfoque ha quedado reducido a la transmisión a los estudiantes de conocimientos ya preparados – a veces desactualizados – y al desarrollo de hábitos particulares. En cambio, aspectos esenciales de la actividad científica no suelen tenerse en cuenta (Valdés y Valdés 1999b)

Otro argumento a favor de esta orientación se encuentra en el estudio de las llamadas concepciones alternativas, que se reflejan en las respuestas incorrectas que acostumbran a dar los estudiantes a preguntas relativamente simples, no obstante haber pasado los cursos de Física. Se ha visto que estas ideas tienen características definidas: coherencia interna, gran persistencia, dificultad para ser modificadas con estrategias de enseñanza convencionales, entre otras. Se ha reseñado además, las fuentes de procedencia: experiencias sensoriales, lenguaje habitualmente utilizado por los medios de

comunicación, el propio proceso de enseñanza aprendizaje, etc. (Carrascosa et al 1996).

En realidad, estas ideas tienen en común que representan un conocimiento de las apariencias de las cosas, un conocimiento superficial. Sencillamente reflejan una insuficiente profundidad en la comprensión de los conceptos estudiados.

Por el contrario, las concepciones científicas constituyen un conocimiento con profundidad, más amplio e integral de las cosas. Por tanto, no cabe duda que el tipo de enseñanza que puede contribuir a superar las dificultades en el aprendizaje, en particular la presencia de concepciones no científicas en los estudiantes ha de ser un tipo de enseñanza que centre su atención en la orientación del aprendizaje como una actividad científico investigadora (Gil 1993, Valdés y Valdés 1999b). En efecto, un rasgo esencial de la investigación científica es el de ser una actividad orientada a profundizar a partir de la apariencia de las cosas, en lo que está oculto, en lo que no apreciamos directamente.

Por otra parte, como ya se ha señalado, la enseñanza-aprendizaje de la Física no sólo contempla la transmisión de conocimientos y algunas habilidades específicas, sino que también contribuye a formar actitudes y valores. A nuestro modo de ver, la comprensión de este hecho es uno de aspectos más sobresalientes en el contexto didáctico actual y que debe contribuir a la mejor formación de los educandos a cualquier nivel. (Álvarez 1994, Moltó 1998)

De hecho, la práctica de la investigación educa cualidades de la personalidad como la iniciativa, la disciplina, la tenacidad, etc.. Ella forma además la convicción de que el conocimiento es, por un lado, un proceso ilimitado de aproximación a la realidad, y, por otro, un producto del intelecto, una creación humana; lo cual genera una actitud de cuestionamiento y crítica constantes a las situaciones analizadas y al propio tiempo, de planteamiento de las hipótesis y de elaboración de proyectos para enfrentar las dificultades y resolver los problemas surgidos.

Al respecto podemos señalar que la enseñanza de las Ciencias debe contribuir a la formación de actitudes y valores que son cualidades de los científicos, como son (Nieda y Macedo 1997, Valdés y Valdés 1999):

- La flexibilidad intelectual.
- Actitud inquisitiva, curiosidad frente a un fenómeno nuevo o un problema

inesperado.

- Espíritu crítico ante la labor realizada.
- Disposición para considerar otros puntos de vista y cambiar los propios., la argumentación en la discusión de ideas y la adopción de posturas propias.
- Independencia en el trabajo
- Espíritu de iniciativa y tenacidad.
- Interés por el ambiente y su conservación.
- Disposición para el trabajo colectivo.
- Rigor metódico.
- Habilidad para manejar el cambio, para enfrentarse a situaciones cambiantes y problemáticas
- Orientación del pensamiento hacia problemas de trascendencia social.

Estas actitudes y valores, como puede apreciarse, si bien caracterizan al hombre de ciencia, forman parte, en mayor o menor medida, de las necesarias para cualquier profesión. Más aún, para cualquier ciudadano, en un mundo cada vez más marcado por el impetuoso desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.

Ahora bien, en el proceso docente debemos tener en cuenta las características de la actividad científica (Gil et al 1991, Valdés y Valdés 1999b):

- Contextualización histórico-social de los problemas considerados.
- Intenso y prolongado proceso de familiarización con la situación estudiada en el que esta es analizada desde múltiples perspectivas.
- Acotamiento de la situación y formulación del problema o pregunta, simulación y reconstrucción en el plano ideal de la situación considerada, planteamiento de las hipótesis y operativización de estas, preferentemente en forma matemática.
- Elaboración de estrategias para contrastar las hipótesis planteadas, Formulación de nuevas preguntas y problemas derivados de la investigación que se realiza.

Sin embargo, estos aspectos no son propios de la Ciencia moderna, ya que algunos han estado presentes desde sus albores, y otros se hicieron particularmente evidentes sólo en la época de Galileo y de Newton. Si queremos actualizar los métodos y formas de trabajo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física hay que considerar los elementos correspondientes a la actividad científica contemporánea, es especial, en el

campo de la Física:

- Significativa modificación de su objeto de estudio: énfasis en la investigación del micromundo y el megamundo, así como una nueva visión del mundo macroscópico.
- Papel cada vez más relevante de la teoría en el conocimiento de la realidad, acentuamiento del aspecto intelectual de las investigaciones.
- Interpenetración de la teoría y la actividad productiva, paso a primer plano de la función proyectiva de la ciencia, junto a sus funciones descriptiva y explicativa.
- Acelerado proceso de interacción de las ciencias: cooperación entre especialistas de diversos campos del conocimiento, dando lugar incluso a nuevas ciencias.
- Amplia utilización de equipos electrónicos, en particular de computadoras, propiciando un alto grado de automatización.
- Afirmación del carácter colectivo de la actividad científico-investigadora: ampliación de los colectivos de investigación y de los intercambios entre ellos.
- Enorme repercusión social de los resultados de la actividad científico-técnica: rápida aplicación en la práctica y comercialización de los resultados, implicaciones medio ambientales, difusión masiva de los adelantos científicos.

De lo anterior se desprende que si se desea reflejar en el proceso de enseñanza aprendizaje los elementos esenciales de la experiencia investigadora contemporánea, no bastan actividades como el análisis y el acotamiento de la situación estudiada, la formulación de hipótesis, etc., pues no la caracterizan. Se requiere entonces que una parte significativa de las situaciones consideradas estén orientadas hacia aplicaciones actuales de la Física en la técnica, en otras esferas de la ciencia, o que tengan una proyección social; elevar el papel que desempeña el elemento intelectual, teórico, durante el análisis y resolución de los problemas; la automatización como importante herramienta de solución de los problemas planteados; promover formas de trabajo que realcen el trabajo colectivo, social, de la actividad científica, etc..

Además, la actividad investigadora en las condiciones docentes no puede ser identificada de forma simplista con la realización de actividades de laboratorio. Si esta se lleva a cabo como mera manipulación de instrumentos y fórmulas, no tienen nada que ver con la investigación. Sin embargo, la lectura analítica, consciente, de diversos materiales, forma parte de la actividad investigadora, pues de hecho, ocupa un tiempo



considerable a los científicos.

Quiere decir, que si el objetivo de leer un libro o escuchar una exposición es contribuir al acotamiento de una situación, al planteamiento de hipótesis, a la elaboración de estrategias de solución, etc., que son los elementos que conforman la estructura de la actividad científica, entonces las actividades de leer y escuchar, por muy *receptivas* que parezcan, tienen un carácter investigativo. A su vez, si la realización de una práctica de laboratorio no responde a la solución de algún problema, a la necesidad de contrastar alguna hipótesis previamente formulada, etc., entonces dicha práctica no tendrá un carácter investigativo, por muy *activos* que se manifiesten los estudiantes. Esto acentúa la afirmación que el elemento central de la actividad investigativa es intelectual, ya se realicen acciones externas sobre objetos reales, sus representaciones, o sobre el lenguaje (Valdés y Valdés 1999b).

#### 1.1.4 La dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje a través de un sistema de tareas

Pero en el proceso resulta determinante la efectiva dirección del mismo por parte del profesor. Y un elemento básico para esta dirección es un sistema de tareas o programa de actividades, (Gil y Valdés 1996, Valdés y Valdés 1999, 1999b) cuidadosamente elaborado, capaz de estimular y orientar adecuadamente a los estudiantes. El sistema de tareas debe tener las siguientes características:

- Poseer un adecuado nivel de dificultad y tomar en cuenta la experiencia previa de los estudiantes, sus conocimientos, habilidades y motivaciones.
- Formular las tareas en contextos que sean significativos, de interés para los estudiantes, de tal modo que la actividad que realizan adquiera sentido para ellos.
- Incitar a los alumnos a realizar aquellas acciones específicas, mediante las cuales en la ciencia se profundiza en el objeto estudiado, es decir, acciones propias de la actividad científico-investigadora.
- Contribuir a convertir las características esenciales de la situación considerada en objeto directo de las acciones intelectuales de los estudiantes, ya que se tiene consciencia sólo de aquello que es objeto de dichas acciones.
- Favorecer un elevado nivel de generalización, en particular, contribuir a que los alumnos prescindan de aquellos aspectos de las situaciones estudiadas que resultan irrelevantes para los conceptos en cuestión y a que, en cambio, retengan sus

características esenciales y elaboren modelos genéricos de las situaciones.

Un sistema de tareas que reúna las condiciones anteriores puede facilitar el aprendizaje de conceptos y contribuir a que los alumnos adquieran experiencia en importantes elementos de la actividad científica. Pero esto no basta, falta la interacción profesor-estudiante, que permite precisar o resaltar determinadas cuestiones, proporcionar ayudas pertinentes, graduar el grado de independencia, evaluar el aprendizaje de los alumnos, etc.. De manera que al realizarse el sistema de tareas debe tomarse en consideración las siguientes cuestiones:

- Utilizar esquemas y modelos como vía para exteriorizar las acciones que se llevan a cabo en el plano ideal y como apoyo sensorial durante la experimentación mental con las situaciones analizadas. En los esquemas y modelos se plasman las características esenciales de la situación, al prescindir de los factores secundarios, lo cual contribuye a elevar el grado de abstracción y generalización durante la solución de las tareas.
- Favorecer una elevada independencia intelectual de los estudiantes durante la realización de las tareas. Deben desplegar, bajo la dirección del profesor, una intensa actividad intelectual en la cual amplían y reestructuran sus conocimientos, elevándolos a niveles superiores de abstracción y generalización.
- Organizar los trabajos de los estudiantes en equipos y presentar y discutir en el colectivo los resultados obtenidos. Esto permite exteriorizar, argumentar y debatir diversas ideas desde múltiples perspectivas, lo que esclarece el sentido de la tarea que se lleva a cabo y estimula la actividad intelectual de los estudiantes. Por otra parte, semejante proceder refleja formas de trabajo hoy ampliamente utilizadas en la actividad científica.
- Evaluar continuamente la actividad que se realiza. La evaluación constituye un aspecto esencial en la dirección del proceso de aprendizaje. Para que sirva de estímulo al estudiante ha de ser percibida como un estímulo y generar en ellos expectativas positivas. Varios autores coinciden en que es más eficaz la valoración de toda la actividad a lo largo de todo el proceso que la valoración de sus resultados terminales (Gil et al 1991, Cruz et al 1996, Valdés y Valdés 1999b). Desde esta perspectiva debe constituir objeto de evaluación el trabajo realizado por los diferentes equipos durante la clase, tanto en los que se refiere a los aspectos

conceptuales, como a los metodológicos y actitudinales, lo cual permite al profesor incidir positivamente a tiempo en el aprendizaje y posibilita a los estudiantes participar en la regulación de la propia actividad, al darles la oportunidad de valorar sus avances, rectificar los errores, evaluar su implicación en la realización de las tareas planteadas, etc.

De manera que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar un intenso trabajo intelectual, en particular, durante la resolución de problemas y prácticas de laboratorio, practicando aspectos importantes de la actividad científico investigadora

Una vez analizados estos aspectos generales del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, pasemos a conocer la carrera universitaria a la que se refiere nuestra tesis.

## **1.2 La carrera de Diseño Industrial.**

### 1.2.1 Surgimiento del Diseño Industrial en Cuba

A nivel mundial, la carrera de Diseño Industrial es relativamente joven. Su surgimiento se asocia al periodo de postguerra en Europa occidental y los Estados Unidos. En Cuba, antes de 1959, no existía una formación regular de diseñadores. De hecho, la propia actividad de diseño prácticamente no existía, debido a la dependencia tecnológica y cultural que no dejaba espacio alguno a la creación nacional. (Cuendias 2000)

El triunfo de la Revolución y sus transformaciones sociales fueron la gran oportunidad que abrió las puertas al Diseño Industrial en Cuba. Como se establece en el Programa del Partido Comunista de Cuba: “El Diseño Industrial debe constituir un elemento indispensable para el logro de nuevos productos, disminuir el gasto material, elevar la calidad para la necesaria promoción de nuevos productos exportables y la sustitución de importaciones, así como el crecimiento de la producción nacional sobre la base de economía de materiales y la elevación del bienestar del pueblo”.

En los años 60 y 70 fueron creadas algunas organizaciones de diseño, incluyendo la Escuela Nacional de Diseño, hasta que en 1980 se crea la Oficina Nacional de Diseño Industrial (ONDI) como organismo encargado de promover y desarrollar el diseño a escala nacional.

Hasta ese momento el país se había visto obligado a asumir la actividad de Diseño

Industrial con personal sin formación profesional de nivel superior en esta área. Sin embargo, los nuevos desafíos del desarrollo económico y social exigían la presencia de un profesional capaz de dar respuesta a ese complejo proceso. Por tal razón, en 1984, la ONDI funda, por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de la República de Cuba, el Instituto Superior de Diseño Industrial (ISDI).

El ISDI es el único Centro de Educación Superior de su tipo en Cuba. En él se estudian las carreras de: Diseño Informacional y Diseño Industrial. Este último con dos perfiles terminales: uno en el área de vestuario y otro que integra las áreas temáticas de productos e interiores (Departamento de Diseño Industrial 1999). En lo adelante, nos referiremos a esta carrera y a este perfil terminal.

### 1.2.2 El plan de estudios de la carrera de Diseño Industrial

Un diseñador industrial es un profesional universitario formado para el trabajo proyectual. Su ámbito problemático es la formulación de proyectos que hagan posible la configuración innovadora de aquellos productos percibidos, usados y valorados por el ser humano. Debe crear soluciones novedosas, apropiadas y sintetizadas a los problemas de Diseño con el fin de proporcionar una mayor satisfacción a las personas, equilibrando la calidad del producto con el contorno cultural (Montellano 1999).

De manera que asumiremos que *“el Diseño Industrial es una actividad proyectual que define las relaciones que establece el hombre con los productos, en un contexto dado, durante el proceso de satisfacción de necesidades, determinando las características (formales, funcionales, estructurales y tecnológicas) de estos productos, para que puedan ser producidos industrialmente y cumplan eficientemente su finalidad útil”* (Peña 2000).

Como puede apreciarse, la labor del diseñador es compleja, ya que el dominio del Diseño es la interface entre el hombre que necesita realizar una tarea para su satisfacción personal, la tarea a cumplir y el producto que realizará esa tarea (Bonsiepe 1993) por lo que requiere del conocimiento de diversos campos del saber humano.

Pongamos por ejemplo, el diseño de una silla. Aunque le es conocida su función general, el diseñador debe precisar las características de las personas que la van a utilizar, si es para niños o para adultos (análisis ergonómico). Además, las condiciones en las que se va a usar (una casa, un restaurante de lujo), los materiales que requiere y

de los que dispone (propiedades, tecnología, costos) y si la solución propuesta es mecánicamente aceptable (equilibrio estable, calidad de las uniones, resistencia a los esfuerzos) Finalmente él debe lograr un producto con un valor estético, que sea agradable y que transmita incluso sentimientos (digamos, seguridad). Este ejemplo devela además el carácter interdisciplinar del trabajo del diseñador, ya que requiere comunicarse con especialistas de diversas profesiones: ingenieros, tecnólogos, economistas, etc.

Para la formación de este profesional se ha elaborado el plan de estudios correspondiente, de modo que la carrera consta de cinco años académicos para un total de 10 semestres, donde el primer año es común con Diseño Informacional y el segundo año de igual forma con el perfil terminal de Diseño de Vestuario. El último semestre se dedica a la realización del trabajo de diploma. (Departamento de Diseño Industrial 1999).

Como es usual en la Educación Superior cubana, el curriculum está estructurado sobre la base de disciplinas docentes (Álvarez 1994), dadas por las características del perfil profesional. En efecto, ya se ha visto como en el diseño de un producto inciden distintos factores: humanos, técnicos, productivos, económicos, sociales, que el diseñador industrial ha de tener en cuenta para lograr un resultado de calidad. Precisamente, sobre esta base se han definido las Disciplinas. La Disciplina rectora es, por supuesto, Diseño.

Por un lado, están las disciplinas comunes a las otras especialidades de Diseño. O sea:

- Dibujo
- Geometría
- Matemáticas
- Computación
- Idioma extranjero
- Educación Física
- Ciencias Sociales
- Preparación para la defensa

Y de otro, aquellas específicas del Diseño Industrial:

- Diseño.

- Presentación de proyectos: aborda la realización de planos técnicos y modelos (maquetas)
- Factores tecnológicos: comprende el estudio de los distintos materiales (Cerámica, vidrio, madera, plásticos, metales) y su tratamiento tecnológico.
- Factores humanos: se refiere a la ergonomía, esto es, la relación del hombre con los productos y el espacio.
- Factores económicos: trata de la mercadotecnia y los procesos de producción.
- Factores técnicos.

En particular nos interesa la disciplina Factores técnicos (Berazaín 2000b), que tiene como propósito brindar al estudiante los elementos técnicos que le permitan concebir adecuadamente al producto. En ella se ubica la asignatura Física de los Productos, objeto de estudio del presente trabajo. La disciplina está integrada por:

<b>Asignatura</b>	<b>Semestre</b>	<b>Año</b>	<b>Horas</b>
Física de los Productos	5to.	3ero.	64
Mecánica Teórica	6to.	3ero.	64
Estructuras y Resistencia de Materiales	7mo.	4to.	64
Mecanismos	8vo.	4to.	64

Mecánica Teórica le permite al estudiante adquirir conocimientos y habilidades para resolver problemas de Estática, Cinemática y Dinámica, de gran importancia para su labor, ya que en general, cualquier producto requiere de un soporte mecánico.

La asignatura Estructura y Resistencia de Materiales aporta los conocimientos y habilidades para resolver problemas, tanto estructurales como de resistencia bajo determinados esfuerzos.

Mecanismos, siendo la última, es de hecho la asignatura integradora de la disciplina. En el estudio de la Teoría de los Mecanismos se reflejan elementos mecánicos, estructurales y de resistencia de materiales.

Hay que decir que la incorporación de la Física a la carrera de Diseño Industrial es relativamente reciente. En el curso 95-96 se impartió por primera vez la asignatura Física de los Productos, aunque fue en el 96-97 que comenzó a aplicarse un programa

que intentaba un enfoque profesional (Del Busto 1998).

Como puede observarse, se trata de un plan de estudios que pretende formar al diseñador con una sólida base científico técnica, sin la cual su trabajo sería poco fecundo. El mismo resume lo más avanzado de la experiencia histórica, como fueron la Bauhaus y la Escuela Superior de Diseño de Ulm (Bonsiepe 1978, Dormer 1993); la experiencia acumulada en el ISDI durante sus 16 años de docencia; el estado de la enseñanza internacional del Diseño; el aporte de especialistas e instituciones de Europa y América Latina que a lo largo de estos años han colaborado con el Instituto, así como las orientaciones emitidas por el MES y la ONDI.

Refleja además el privilegio de nuestro país de contar con una Universidad del Diseño, lo cual le permite elaborar planes equilibrados e integrales, a diferencia de otras regiones donde la carrera de Diseño aparece anexa a las Facultades de Bellas Artes, Arquitectura o Ingeniería (Bonsiepe 1978)

### 1.2.3 El diseñador industrial

Aunque ya se ha esbozado en qué consiste el quehacer profesional del diseñador industrial, es necesario profundizar aún más, a fin de poder esclarecer habilidades generales, capacidades, actitudes y valores que lo caracterizan.

Montellano (1999) insiste en el pensamiento creativo como base de la síntesis creadora en el proceso de diseño. De igual forma, otros autores opinan a favor de la creatividad como cualidad esencial del diseñador: *“la intensidad creadora del diseño no es menor que la del arte, al contrario, hacer una cosa que no sea solamente bella, sino también ajustada, requiere de capacidades creativas adicionales”* (Aicher 1994)

Löblich (1981), describe la actividad del diseñador: *“junto con la capacidad intelectual, es decir, capacidad de seleccionar informaciones y usarlas en diversas situaciones, se precisa facultades creativas. Como en todas las personas creativas (artistas, científicos, etc.) la creatividad del diseñador industrial se manifiesta en que, al basarse en sus conocimientos y en su experiencia, es capaz de relacionar con un problema informaciones dadas, estableciendo nuevas relaciones entre ellas”*.

Por su parte, Wegener (1992) declara: *“El Diseño Industrial es, eminentemente, una disciplina creadora, entendiendo la creación como una capacidad exclusivamente humana, capaz de generar ideas nuevas, innovadoras, producto del pensamiento. El*

*Diseño es creación, es lo nuevo que puede manifestarse ya sea, a través de aspectos formales relativos a la apariencia del producto (imagen, color, textura), como también, por medio de sus elementos estructurales, o sea, su configuración interna (reduciendo el número de piezas, normalizando, simplificando sus relaciones, etc.)”*

¿Cómo se realiza el proceso de diseño? Para Löbach (1981) el proceso de diseño es un proceso de solución de problemas. *“Un problema puede ser la deficiente o inadecuada relación entre el ser humano y el medio en el cual se desempeña. Un problema de diseño es una tensión, una diferencia entre lo observado y lo óptimo”* (Montellano 1999) *“El conocimiento de un problema es el supuesto sobre el que se asienta toda la actividad de un diseñador industrial”* (Löbach 1981)

Siendo, como se ha visto, el diseño una actividad creativa, no puede reducirse su acción a un conjunto de pasos totalmente establecidos. Sin embargo, es posible señalar determinadas fases en el proceso de diseño: (Löbach 1981)

1. Análisis del problema: acopio de información, análisis de la necesidad, de la relación social, de relaciones con el entorno, análisis del desarrollo histórico del producto que se trate, análisis de mercado, de su función, de su estructura, de su configuración, patentes, etc., establecer la definición del problema.
2. Soluciones del problema: se eligen los métodos para solucionar el problema, se elaboran las ideas y las soluciones.
3. Valoración de las soluciones del problema: examen de las soluciones, proceso de selección y de valoración.
4. Realización de la solución del problema: la mejor solución se convierte en un prototipo seriable.

En opinión de Montellano (1999), las fases podrían ser tres, sin que a nuestro juicio haya diferencia de esencia entre ambos puntos de vista:

- Detectar o reconocer un problema y definirlo claramente.
- Concebir varias formas apropiadas y desarrollar la solución formal más adecuada.
- Evaluar las decisiones y lo realizado, elaborando planos y modelos de producción.

Obviamente, durante el proceso de diseño, en especial durante la búsqueda y valoración de las soluciones, se ponen de manifiesto toda una serie de capacidades propias de la actividad intelectual: el pensamiento reflexivo, el pensamiento deductivo e inductivo,



el razonamiento lógico, el pensamiento analógico, asociaciones mentales, formación de juicios, procesos de análisis y síntesis, etc. Todo esto reafirma lo dicho anteriormente en cuanto al necesario pensamiento creador del diseñador.

De peculiar interés resulta, en el uso de las analogías, el análisis biónico, entendiendo como tal el estudio de los sistemas vivos para descubrir nuevos principios, técnicas y procedimientos que sean de aplicación a las soluciones de diseño (Bonsiepe 1978), en tanto posibles aplicaciones del curso de Física.

En la profesión del Diseño se realiza la continua innovación de los productos, puesto que cambian las necesidades de la gente tanto como el contexto en el cual se usan; cambian los usuarios, también las circunstancias y se desarrollan nuevas tecnologías. Por lo tanto, es preciso que este profesional esté muy capacitado para pensar que las cosas pueden ser de otra manera y sea capaz de configurarlas (Montellano 1999). De ahí que la flexibilidad ante el cambio sea también una condición importante para un buen diseñador.

Otro aspecto significativo de la labor del diseñador es su carácter interdisciplinar, dado por la multitud de factores que inciden en el proceso de diseño. Al respecto, valen las palabras de Bürdek (1994): *“el diseñador es el experto para todos los aspectos creativos del diseño, mientras que en cuestiones de ergonomía, ejecución, cálculo, etc., actúa solo como un conocedor, puesto que para ello existen especialistas en la industria”*.

Precisamente, el trabajo en equipo con esos especialistas resulta determinante, sobre todo hoy día, en que el diseñador se enfrenta a problemas cada vez más complejos y donde encontrar soluciones a productos que poseen una configuración altamente desarrollada se torna más difícil.

De lo anterior se infiere que el diseñador es un profesional que requiere del trabajo colectivo. Una de las condiciones para que éste sea efectivo es que debe comunicarse con los miembros del equipo. Esto requiere conocimientos que constituyan una *interface* que facilite esa comunicación. Pero también la posibilidad de hacerlo, ya sea a través de la escritura o de forma oral. No pocas veces, para llevar a feliz término su proyecto, tiene que defender su verdad frente a otros profesionales, para lo cual debe utilizar los argumentos y medios adecuados. Tanto es así que Dormer (1993) considera esta situación como una de las diferencias esenciales entre el diseñador industrial y el

artesano individual, pues este último no tiene el problema de comunicar a otros sus intenciones para convertirlas en un objeto. La comunicación, agrega, es el corazón del diseño industrial.

No puede dejarse de abordar en esta caracterización de la labor del diseñador su propia condición humana, más aún en nuestro país, donde el Diseño debe desempeñar un papel de catalizador para la elevación del nivel de vida de la población. Lamentablemente, a pesar de no ser la nuestra una sociedad de consumo, la dependencia económica nos impone a veces otros patrones de diseño, ajeno reflejo de sociedades en las que las ganancias determinan por encima del hombre.

Al respecto Peña (2000b) establece una interesante reflexión: *“¿Se diseña lo que se necesita o se necesita lo que se diseña? ¿Dónde está el diseño para el hombre común? El hombre es considerado un cliente, un comprador en el sentido más comercial de la palabra, y que irónicamente tiene la razón. El contexto objetual que le rodea no es la solución a su problema, pues muchos de los objetos que posee lejos de serle útiles, terminan complicando su existencia cotidiana y generando más necesidades. El diseño es utilizado en muchas ocasiones para generar nuevas necesidades, mientras las viejas y mayores continúan latiendo en nuestras realidades. Hay que diseñar soluciones y no objetos; y para ello se necesita un nuevo profesional, un nuevo tipo de diseñador para un nuevo tipo de sociedad, con una visión diferente de los problemas. Un diseñador que posea un compromiso con el hombre y la sociedad. Que considere al hombre como centro de toda solución”*.

Relacionado con esto se encuentra la cuestión del medio ambiente. Hoy se propugna por un diseño ecológico, de respeto y conservación del ambiente. Montellano(1999) considera como un aspecto importante en la valoración de un producto su relación con el entorno. Löbach (1981) precisa como una parte del proceso de diseño el análisis del impacto del entorno sobre el objeto y del objeto sobre el entorno. Ya desde una fecha temprana Bonsiepe (1978) hace un llamado a la conciencia ecológica: *“Es obvio que un diseño industrial que aspire a la validez ecológica debe orientarse forzosamente hacia un nuevo punto de vista que no considera ya el objeto aislado, sino formando parte de un todo complejo de interacciones. Frente a los fenómenos de predación de los recursos renovables, una praxis proyectual no puede quedar indiferente.”* Quince años después, reafirma: *“No puede haber una discusión fructífera sobre ecología sin que al mismo*

*tiempo se tome en cuenta el diseño. Esto implica una nueva ética ambiental y por tanto una nueva ética del Diseño”.*(Bonsiepe 1993) De modo que no puede concebirse un diseñador sin una orientación ecológica en su trabajo.

Para concluir, y como complemento de lo todo lo anterior, expondremos de forma resumida habilidades generales, actitudes y valores del diseñador industrial de acuerdo al modelo del profesional (Departamento de Diseño Industrial 1999, Peña 2000):

- Analizar la realidad, detectar necesidades, y definir las en términos de un problema de diseño, elaborando toda la información necesaria para el desarrollo y conducción de un proyecto de diseño.
- Capacidad de innovación.
- Flexibilidad ante el cambio.
- Actitud crítica y autocrítica.
- Que reconozca al hombre en el centro de su trabajo.
- Visión holística y pensamiento integrador.
- Espíritu de cooperación e interdisciplinariedad.
- Sensibilidad ecológica.
- Capacidad de comunicación.

#### 1.2.4 Caracterización de los estudiantes de Diseño Industrial

Hay que decir que un aspecto sobresaliente de esta especialidad es su ingreso, al que se accede luego de rigurosas pruebas de aptitud. El hecho de que el número de aspirantes exceda en cinco o más veces al número de plazas, garantiza al final un estudiantado de alto nivel académico, con una elevada motivación y orientación vocacional dentro del diseño.

De manera que pudiéramos caracterizar, sintéticamente, al estudiantado de la carrera de Diseño Industrial con los siguientes rasgos:

- Alta disposición a aprender.
- Alto nivel de motivación por su especialidad.
- Alto nivel de independencia en su preparación, así como de responsabilidad.
- Poseen un buen nivel de cultura general.
- Una parte significativa de la matrícula son egresados de IPVCE.

- Son inteligentes, creativos y críticos.
- Poseen una alta valoración de las cosas que le puedan ser útiles, en contraste con la no consideración de lo que entiendan como superfluo.
- Presentan dificultades con la comunicación oral y escrita.

Una vez hecha la presentación de los aspectos significativos del plan de estudios y del modo de actuación del diseñador, así como las características de los estudiantes, pasaremos a justificar la presencia de la asignatura Física de los Productos en esta carrera.

### **1.3 Fundamentación de la enseñanza de la Física en la carrera de Diseño Industrial.**

A partir del conocimiento del modo de actuación del diseñador podremos comprender el propósito *general* que persigue la asignatura, esto es, brindar a los estudiantes los conceptos y principios físicos para explicar el funcionamiento de determinados productos (Berazaín 2000)

El Diseñador Industrial tiene ante sí la tarea de proyectar objetos cuyo funcionamiento se basa en principios físicos. El encontrar nuevas soluciones para resolver un problema siempre estará muy ligado a la cultura general que en el campo científico técnico posea. Esto sin dudas contribuirá al perfeccionamiento de esos artículos o la posibilidad de crear otros nuevos.

Más aún: no es posible diseñar un producto sin una comprensión cabal de su funcionamiento. Por ejemplo, en el diseño de un dispensador de agua o de cualquier equipo de refrigeración se requiere de conocer cuáles son los elementos esenciales del sistema: compresor, serpentín, válvula de estrangulación y congelador. Cualquiera que sea el diseño (al menos con esa tecnología) no puede desconocer estos dispositivos.

La capacidad innovadora, la síntesis creadora del diseñador no puede estar al margen del funcionamiento del producto ni de las posibilidades tecnológicas que pueden apoyar su concepto de diseño. Un ejemplo elocuente de la relación entre el Diseño y la Tecnología (como expresión concreta del desarrollo de la Física) lo constituye uno de los íconos del diseño de productos, la *walkman*, surgida en 1978 (Dormer 1993, Encarta 99). Quizás el concepto de una grabadora portátil anteciedera a la fecha, pero sólo fue

posible cuando se logró un grado de miniaturización determinado gracias al desarrollo de la Electrónica.

Ya se sabe que la posibilidad de innovación del diseñador no es sólo en lo formal, sino que puede darse en lo funcional, en lo interno del producto, en las nuevas soluciones de esencia que puede hacer. Esto, en tanto manifestación de creatividad, significa un escalón más alto en las posibilidades del profesional. Si bien en principio la labor del diseñador es convertir un invento en producto, puede en ocasiones generarlo, y para ello requiere de una preparación adecuada y sólida.

Un recuento histórico de los productos más relevantes desde el punto de vista del diseño (Doblin 1970), entre los que se encuentran el fonógrafo Víctor (1901), la aspiradora (1918), la cámara fotográfica Leica (1929), la tostadora (1938), la cámara polaroid (1948), el dictáfono Edison (1952) y la fotocopiadora Xerox (1960), nos convencen de la utilidad de los conocimientos físicos para un diseñador.

Pero sería una postura reduccionista limitar la aportación de la Física a la esfera de los conocimientos. Como se ha visto, la contribución de las asignaturas va más allá, incluyendo las habilidades y las actitudes y valores. De manera que dividiremos nuestra fundamentación en estos tres aspectos.

Sin embargo, por la relación con el tema que se aborda, comenzaremos por una breve caracterización de los productos industriales.

### 1.3.1 Los productos industriales

Un perfil fundamental del trabajo del diseñador industrial es el desarrollo de productos. Incluso el propio diseño de interiores generalmente contempla el diseño de muebles. De ahí que sea necesario prestar atención a las consideraciones que hace el Diseño acerca de los productos. De hecho, la asignatura la hemos denominado Física de los Productos. Con esto se quiere subrayar precisamente el énfasis en el estudio del funcionamiento de los productos, lo cual no excluye abordar fenómenos naturales u otras aplicaciones de interés.

Los productos industriales son objetos encaminados a cubrir una determinada necesidad y que una vez proyectados se fabrican idénticos para un gran número de personas (Löbach 1981). En esto difiere esencialmente de la producción artesanal, que logra individualizar la satisfacción de necesidades. Por otra parte, el diseñador industrial

sólo participa en la actividad proyectual del proceso. El artesano, además, en la elaboración y comercialización del producto.

De acuerdo a la relación entre el usuario y el producto, estos pueden clasificarse en:

1. *De consumo*, que son los que tras su uso, dejan de existir. Como ejemplo están los productos alimenticios.
2. *De uso individual*, como por ejemplo, la cuchilla de afeitar.
3. *De uso para determinados grupos*, digamos, los equipos electrodomésticos.
4. *Con los que el público apenas tiene relación*, como pueden ser los generadores de una central termoeléctrica.

De acuerdo a su desempeño profesional, son los productos de tipo 2 y 3 los que revisten una mayor importancia para el diseñador industrial y de hecho son los que mayormente se tratan en la asignatura. Esto no quiere decir que no existan ejemplos de interés entre los productos de consumo. Tal es el caso de las pastas alimenticias configuradas para lograr geometrías con una mayor área y así alcanzar un incremento en la absorción de la salsa.

También para la docencia pueden ser interesantes los productos del tipo 4, más alejados de nuestra cotidianidad, pero que de algún modo son relativamente conocidos e instructivos en tanto aplicaciones de algún concepto o principio (microscopio electrónico, polarímetro láser, etc.)

Un aspecto esencial de un producto, tanto para el diseñador como para el usuario es la función. Se reconocen tres funciones: (Löbach 1981)

- *Práctica*: es la que relaciona los aspectos fisiológicos del uso.
- *Estética*: es el aspecto psicológico de la percepción sensorial durante el uso.
- *Simbólica*: determinada por todos los aspectos espirituales, psíquicos y sociales del uso.

Otros autores (Montellano 1999) prefieren hablar en términos de que en el producto convergen tres cualidades: lo funcional, lo perceptivo y lo significativo.

Está claro que como asignatura, la Física ha de contribuir a la preparación de los estudiantes con vistas de hallar soluciones a la función práctica de los productos (lo funcional). No obstante, no debe perderse de vista la influencia que el resto de las

funciones puede ejercer en la solución.

Ahora bien, es conveniente apreciar los productos desde otro punto de vista en cuanto a su funcionamiento. Distinguimos, más que una clasificación, distintos tipos de interés, por ejemplo: (CSIC 1988, Encarta 1999)

- Sensores: sirven para medir una magnitud física, como temperatura, presión, humedad, iluminación, etc. Se basan en la propiedad de algún material, que es sensible a las variaciones de la magnitud que se desea sensar. Generalmente contribuyen a una función de regulación.
- Detectores: sirven para indicar la presencia de otro objeto: metales, humo, etc.
- Transductores: convierten energía de un tipo a otro tipo. Por ejemplo, el micrófono, transforma energía mecánica (sonido) en pulsos eléctricos.
- Dispositivos: son productos que cumplen una función, pero que por si misma no tiene una aplicación concreta, por lo que deben acoplarse a otros para lograr una función útil. Por ejemplo, un transistor, un motor eléctrico.
- Aparato, equipo, instrumento: productos que realizan una función determinada, compleja, y están compuestos por dispositivos.

Si bien esta tipología no recoge quizás todos los tipos de productos, incluye un conjunto significativo de ellos con gran incidencia en la práctica. Además, no tienen que ser excluyentes entre sí. Estos conceptos acerca de los productos, tanto desde el ángulo del Diseño como de la Física, habrán de ser tenidos en cuenta durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### 1.3.2 El papel de los conocimientos físicos en la formación del diseñador

En cierta medida hemos ido presentando los argumentos a favor de la incorporación de los conocimientos de Física al acervo del diseñador industrial. Podemos afirmar que este saber le permite:

- Una comprensión del funcionamiento del producto
- La posibilidad de predicción, es decir, poder explicar lo que ocurrirá, cómo va a funcionar, aún cuando no lo haya hecho.
- La posibilidad de innovación
- La posibilidad de comunicarse con otros especialistas

Luego, la asignatura de Física de los Productos debe brindar al estudiante de diseño un sistema de conocimientos formado por leyes y principios, conceptos y modelos. Nosotros defendemos el criterio de dar una visión de *toda* la Física General puesto que hoy día *toda* esta presente en el entorno objetual. Por tal razón el curso de Física para los diseñadores, debe abarcar desde los elementos de la Mecánica, hasta la Física Atómica.

Lo anterior se evidencia en el espacio doméstico. Dividiendo el contenido del curso de Física General en las cinco partes en las que comúnmente se hace: Mecánica, Física molecular, Electromagnetismo, Óptica y Física Moderna, veamos la siguiente tabla ilustrativa donde a fin de ser breves, hemos presentado sólo dos productos.

<b>Contenido</b>	<b>Productos</b>	<b>Conocimientos aplicados</b>
Mecánica	jarra de agua bicicleta	Centro de gravedad momento angular
Física Molecular	olla de presión refrigerador	transformaciones de fase procesos termodinámicos
Electromagnetismo	plancha eléctrica cocina de inducción	resistencia eléctrica inducción electromagnética
Óptica	cámara fotográfica espejuelos polaroides	refracción polarización
Física Moderna	lámpara fluorescente equipo de CD	cuantificación de la energía láser

Nótese que no hemos desligado los conocimientos de las aplicaciones prácticas. Incluso, hemos colocado a éstas en primer término. Con esto queremos subrayar la importancia que – como se verá – le concedemos en la concepción de la asignatura.

De este modo la apropiación de los conocimientos físicos propicia al diseñador la realización de tareas propias de su profesión.

### 1.3.3 La contribución al desarrollo de habilidades

El tema de las habilidades generales asociadas a la enseñanza de la Física ha sido ampliamente tratado en los textos de Didáctica de la Física (Bugaev 1989). Partiendo del modelo del profesional discutido, donde, por ejemplo, no tiene sentido desarrollar habilidades prácticas para el trabajo experimental, podemos agrupar las habilidades a



las que puede contribuir a formar o consolidar el curso de Física del curriculum del diseñador industrial en:

1. Con relación a los elementos del conocimiento.

Se refiere a que los estudiantes adquieran la capacidad de:

- Describir los rasgos fundamentales del fenómeno que se observa, estableciendo su esencia.
- Definir e interpretar los conceptos y modelos.
- Describir y explicar los fenómenos donde se evidencia la ley o principio. Enunciar la ley o principio y formularla en caso que intervengan magnitudes. Analizar los límites de aplicación.

Evidentemente este conjunto de habilidades se relaciona con el cuerpo teórico de la asignatura y de lograrse garantiza el dominio por parte del alumno del sistema de conocimientos, condición indispensable (aunque no única) para la resolución de problemas y alcanzar un grado de transferencia.

2. Con relación a la resolución de problemas.

Ya se ha visto lo que representa la resolución de problemas en el perfil profesional del diseñador, lo cual evidencia la importancia de poder, a través de esta asignatura, desarrollar esta habilidad general. Como muchos autores señalan (Gil et al 1991, Gil y Valdés 1996, Berazaín 1997, Dpto. de Física ISPEJV 1992), la resolución de problemas entraña el dominio de habilidades asociadas a las distintas fases del proceso de resolución, a saber:

- En la fase de comprensión del problema: interpretar adecuadamente la información que se brinda en el problema. Acotar las condiciones bajo las que se resolverá el problema.
- En la fase de la elaboración de la estrategia de solución: Determinar el tipo de conocimiento que puede ser utilizado, estableciendo las vías que permitan conectar los datos con lo que se pide. Establecer una hipótesis en cuanto al resultado a obtener.
- En la fase de resolución del problema: resolver el problema y expresar los resultados

de forma oral o escrita, auxiliándose de ser necesario, de esquemas o gráficos.

- En la fase de comprobación de la solución: Analizar el resultado obtenido, de acuerdo a la hipótesis previa y las condiciones del problema.

Nótese la similitud entre el enfoque que se le da a la resolución de problemas desde el punto de vista de la Didáctica de la Física y el previamente discutido desde el ángulo del diseño. Lograr que el alumno aprenda a resolver problemas de Física, será indiscutiblemente provechoso en su formación como diseñador.

Ahora bien, ya insistimos en que una característica esencial de diseñador es el pensamiento creativo. Entonces ¿qué tipo de problemas habrá de resolver en el curso de Física? No cabe duda que de acuerdo al modelo de enseñanza aprendizaje como actividad investigadora, será del tipo de problemas que hemos dado a llamar abiertos (Gil et al 1991, Gil y Valdés 1996, Berazaín 1997, Valdés y Valdés 1999) Es impensable que esto pueda lograrse con problemas de enunciado cerrado, donde el alumno recibe todos los datos y no tiene necesidad de acotar las condiciones del problema. En definitiva, los problemas que se le presentan a los diseñadores, como todo los problemas de la vida real, son problemas abiertos. Lo que en términos de Diseño se le llama *definir el problema*, es lo que hemos llamado acotación. La fase de conceptualización, como se acostumbra a llamar en el proceso de Diseño, no es más que el proceso de formulación de hipótesis. Hay que decir que la proposición de hipótesis desempeña un papel fundamental en la formación de los conocimientos científicos (Rodríguez et al 1998) ya que supone una premisa cognitiva.

### 3. Habilidades docentes generales.

Se refiere a habilidades relativas a las capacidades de estudio, trabajo y en particular de obtención de la información:

- Trabajar y estudiar de forma individual y colectiva.
- Extraer y utilizar la información contenida en libros, revistas u otras fuentes de información.

La obtención de información es decisiva en el trabajo del diseñador, pues los problemas a los que se enfrenta en su vida profesional son muy diversos, y cada uno requiere una fase de familiarización y conocimiento. En cuanto al carácter colectivo e interdisciplinar

de su trabajo, ya se ha destacado su importancia.

#### 4. Relativas a la comunicación oral y escrita.

Estas habilidades revisten un alcance particular, toda vez que el diseñador industrial es de hecho un comunicador. No sólo en lo que se entiende como resultado de su quehacer (un producto siempre transmite información al percibirlo), sino que la forma en que funciona su labor requiere, por su carácter interdisciplinar, comunicarse con otros especialistas. Como se explicó anteriormente, necesita poder transmitir las ideas de sus proyectos a otros profesionales, de ahí lo importante que resulta el desarrollo de estas habilidades. Estas pueden ser:

- Exponer sus ideas de forma oral, utilizando los medios auxiliares propios de su profesión.
- Elaborar informes, utilizando el vocabulario técnico apropiado.

#### 1.3.4 La contribución al desarrollo de actitudes y valores

Como toda asignatura de Ciencias, la enseñanza de la Física contribuye al desarrollo de determinados actitudes y valores, que ya fueron relacionados en la primera parte del capítulo. Asimismo, en correspondencia con su modo de actuación del diseñador, encontramos en esa relación actitudes y valores que tienen una incidencia especial en su formación, que le son esenciales, como pueden ser el pensamiento creativo, la disposición al trabajo colectivo, la flexibilidad al cambio o la orientación del pensamiento hacia problemas de trascendencia social.

De manera que resulta factible durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física una aportación significativa a las actitudes y valores que han sido declaradas en el modelo del profesional. A modo de ilustración, comentaremos algunas de ellas.

- Considerar al hombre en el centro de su trabajo. El carácter humano en el desarrollo de productos, por encima del mercantilismo u otros vicios, puede enfatizarse en el propio proceso docente al destacarse como van dirigidos al bienestar del hombre, al mejoramiento de su nivel de vida y lo esencial de este concepto, como por ejemplo, los equipos electrodomésticos.
- Capacidad de innovación. Esto de algún modo ha sido tratado anteriormente. A nuestro juicio es importante destacar aquellos productos que, basados en principios

relativamente sencillos, tienen una gran trascendencia social. Un ejemplo de ello es la olla de presión.

- Sensibilidad ecológica. Para el diseño contemporáneo esto es decisivo. En un curso de Física para diseñadores son muy importantes el problema de las fuentes de energía alternativas, y los productos asociados, como son los calentadores solares o las turbinas eólicas. En nuestra experiencia en el curso hemos incorporado el estudio del llamado calentamiento global (efecto invernadero) como aplicación de la radiación térmica. Este es un ejemplo en el que no es precisamente un producto, pero resulta un fenómeno natural de interés.
- Visión global e integradora. La propia forma de estudiar el funcionamiento de un producto, de análisis y síntesis, propicia esta actitud, a nuestro juicio, clave para un diseñador. Un ejemplo elocuente: hace unos años, hacer un jugo de naranja a escala doméstica requería un exprimidor, un colador y un recipiente. Hoy esas tres funciones están contenidas en un solo producto. Evidentemente la solución actual no es fruto de un adelanto tecnológico que no existía, sino más bien de una falta de visión integradora en aquel entonces (excluyendo alguna posible razón de mercado).

De manera que hemos mostrado los argumentos que justifican la presencia de la asignatura Física de los Productos en el Plan de estudios de la carrera de Diseño Industrial. Convencidos de la medida en que puede contribuir a lograr un egresado mejor preparado para enfrentar los retos de su profesión, debemos pasar a estudiar la concreción de las ideas expuestas.

## **CAPÍTULO 2 POR QUÉ FUNCIONAN LAS COSAS**

Nadie sabe qué innovaciones técnicas aparecerán, pero estamos seguros que se basarán en los principios de la Física.

E. Zebrowski

Física: un enfoque para técnicos

Hemos preferido llamarle así a este capítulo, en vez de *Cómo funcionan las cosas*, que es un título ya usual (Enciclopedia Salvat 1985, Pueblo y Educación 1989, Zeta Multimedia 1995) para enfatizar el interés de ir más allá de una descripción del funcionamiento del producto, buscando una comprensión sobre la base de los conceptos y principios físicos.

En el capítulo anterior se analizó la conveniencia de incorporar la Física al Plan de estudios de la carrera de Diseño Industrial. Corresponde ahora mostrar la forma de instrumentar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello expondremos las características generales del programa de la asignatura, la metodología de trabajo y por último, un ejemplo del sistema de tareas elaborado para la dirección del proceso.

### **2.1 El programa de la asignatura Física de los Productos**

Para la elaboración del programa hemos seguido las orientaciones del Ministerio de Educación Superior (MES 1991, MES 1998), así como elementos de Didáctica de la Educación Superior (Álvarez 1994) El *programa* de la asignatura y el *programa analítico* de la asignatura aparecen en los anexos de la tesis, por lo que no nos detendremos en la configuración final de estos documentos, sino más bien en su argumentación u otros comentarios de interés.

Hemos considerado, por supuesto, los fundamentos teóricos expuestos en el capítulo anterior a fin de lograr un programa con un enfoque profesional para la carrera de diseño industrial. En tal sentido, Bonsiepe (1978), al explicar el curriculum de la Escuela Superior de Diseño de Ulm, se refiere a las asignaturas complementarias como Física técnica o Teoría de la proyección mecánica: "... *dichas materias de estudio deben ser preparadas de manera que correspondan a las exigencias del diseñador industrial, pues de otra manera resulta un conjunto académico de disciplinas y no, precisamente, un plan de estudios coordinado. Sobre todo por lo que concierne a los cursos de*

*materias técnicas es preciso evitar convertirlos en una transfusión inadecuada de todo lo que se enseña en la universidad técnica o en los politécnicos."*

A partir de una valoración de la asignatura al inicio de la investigación, estudiaremos las componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje (Álvarez 1994): objetivos, contenidos, formas de organización y evaluación. La metodología de trabajo la trataremos en epígrafe aparte.

En cuanto a los medios, sin negar la importancia que los mismos poseen, no han sido objeto de estudio en nuestro trabajo. Lamentablemente, el ISDI carece de los recursos para poder realizar de forma sistemática las demostraciones experimentales, razón por la que hemos tenido que buscar soluciones alternativas, pero lejos de la que debe ser nuestra aspiración. La experiencia demuestra que los alumnos estiman positivamente esta actividad y deberá ser abordada en un perfeccionamiento posterior de la asignatura, junto con los otros medios de enseñanza posibles de desarrollar.

#### 2.1.1 La situación inicial

Pasaremos a dar una descripción del estado de la asignatura al momento de iniciar la investigación. Si bien es cierto que existía una intención de búsqueda de cierto enfoque profesional (del Busto 1998), éste aún era insuficiente.

Luego de la experiencia de impartir la asignatura en el curso 98-99, analizar los resultados de las evaluaciones y valorar las opiniones de los propios estudiantes, observamos las siguientes dificultades:

- La contribución de la asignatura a la formación profesional se limitaba *sólo* al nivel de conocimientos.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje era eminentemente pasivo para el alumno, basado en la transmisión-recepción de los conocimientos, sin prever la realización de tareas por parte del estudiante, salvo en los seminarios.
- Los temas de seminarios no estaban suficientemente actualizados, y en muchas ocasiones, en una clase se reiteraba un mismo objetivo, mientras otros no se abordaban.
- La evaluación parcial era absolutamente reproductiva, al concebirse sobre los temas ya vistos en el seminario.

- Por parte de los estudiantes no había una apropiación coherente de los principios y conceptos físicos, y la posibilidad de transferencia de los conocimientos a situaciones nuevas resultaba muy limitada.
- La autopreparación quedaba reducida al trabajo para los seminarios y la preparación para las dos pruebas parciales.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje no estaba estructurado para propiciar el desarrollo de habilidades, actitudes y valores importantes para el diseñador industrial, como son la resolución de problemas o la sensibilidad ecológica.

También podemos citar la presencia de algunas ideas alternativas, aunque en este sentido no es posible presentar un estudio detallado, sino la experiencia de la propia práctica docente ya que el proceso no facilitaba la detección de tales concepciones.

Por otra parte, en cuanto a la documentación, el programa existente presentaba deficiencias en su confección, tanto formales como de contenido, al no adecuarse a las orientaciones existentes al respecto, imprecisiones en el contenido, bibliografía desactualizada, entre otras.

Este análisis resultó provechoso para poder definir los aspectos en los que habría que trabajar para lograr un enfoque profesional adecuado en la Física de los Productos, tanto en el programa como en la metodología de trabajo.

### 2.1.2 Los objetivos generales de la asignatura

Teniendo en cuenta los requerimientos del modelo del profesional, se establecieron los objetivos generales de la asignatura, divididos en educativos (relacionados con los sentimientos, actitudes y valores) y los instructivos, relacionados con los conocimientos y habilidades. Estos son:

#### *Objetivos educativos:*

- Contribuir a la formación en el estudiante de una concepción científica del mundo, demostrando su materialidad y cognoscibilidad a través del sistema de conocimientos de la Física General, como reflejo de la realidad objetiva, a la luz del Materialismo Dialéctico.
- Contribuir al desarrollo del pensamiento científico del estudiante, que le permita asumir con rigor, espíritu crítico, creatividad y flexibilidad su trabajo como

graduado.

- Contribuir a la independencia cognoscitiva del estudiante, que coadyuve a la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades para la solución de los problemas que se le planteen en el desarrollo de su profesión.
- Contribuir a formar en el estudiante un elevado sentido de la responsabilidad, individual y colectiva, sobre la base de los principios éticos de nuestra sociedad, y en particular, de la profesión.
- Contribuir al desarrollo en el estudiante de un pensamiento integrador que le permita enfrentar su labor como egresado con un enfoque interdisciplinar.

Como puede observarse, estos objetivos están en correspondencia con las aspiraciones de la carrera de Diseño industrial y dentro de las posibilidades que brinda el proceso de enseñanza-aprendizaje de una Ciencia como la Física.

*Objetivos instructivos:*

- Que el estudiante sea capaz de definir, explicar, enunciar y formular los conceptos, leyes y principios del sistema de conocimientos de la Física General.
- Que el estudiante sea capaz de explicar el funcionamiento de determinados productos, así como el por qué de ciertos fenómenos naturales de interés, aplicando los conceptos, leyes y principios de la Física General, pudiendo ser tanto productos previamente vistos en clases, como problemas relativos a situaciones nuevas para ellos.
- Que el estudiante valore la aplicación de los conocimientos físicos a la solución de los problemas del medio ambiente.
- Obtener y utilizar de forma eficiente la información científico técnica correspondiente a la asignatura.
- Exponer sus ideas de forma precisa, por vía oral o escrita, utilizando el vocabulario técnico de la Física.

Nótese que se hace explícito que el estudiante debe alcanzar un nivel de apropiación productivo, pues debe ser capaz de resolver problemas relacionados con el funcionamiento de un producto en que la situación resulta desconocida. Además, se le da un peso especial a la cuestión ecológica, por las razones debatidas en el capítulo anterior.



### 2.1.3 Los contenidos del curso de Física de los Productos

Para la selección de los contenidos hemos considerado varios aspectos:

- La experiencia previa que puedan tener los estudiantes, vinculada a la asignatura. En este caso, tenemos:
  - El curso de *Matemáticas* que recibe en el primer año de la carrera, que consolida aspectos tratados en la enseñanza media: Álgebra, Trigonometría y nociones del cálculo diferencial e integral.
  - El curso de *Física Elemental* recibido en el Preuniversitario.
  - La *información* recibida a través de los medios de comunicación masivos, o por lecturas u otras actividades de divulgación acerca de los adelantos de la Ciencia y la Tecnología.
- El hecho de que los conceptos y leyes correspondientes a las distintas ramas de la Física están presentes en todo el entorno objetual, lo cual implica que es necesario abarcar desde la Mecánica hasta la Física Nuclear.
- El tiempo asignado, en este caso de 64 horas lectivas.

Los contenidos, como ya hemos discutido, están integrados por tres elementos: conocimientos, habilidades y actitudes y valores.

Teniendo en cuenta lo anterior, dividimos la asignatura en tres temas, que a su vez están constituidos por subtemas, a saber:

- Tema I *Mecánica y Termodinámica*: Mecánica del sólido, Mecánica de los fluidos, Oscilaciones y Ondas, Acústica, Termodinámica.
- Tema II *Electromagnetismo*: Electrostática, Campo magnético, Corriente eléctrica, Inducción electromagnética, Ondas electromagnéticas.
- Tema III *Óptica y Física Moderna*: Óptica geométrica, Óptica ondulatoria, Radiación térmica, Física Atómica, Física Nuclear.

En los anexos 1 y 2, que son los programas de la asignatura - programa y programa analítico, de acuerdo con lo orientado por el MES (MES 1998) – aparece el sistema de conocimientos para cada tema. Si se consideran los conceptos, leyes y principios reflejados, se podrá concluir que corresponden a un curso tradicional de Física

universitaria para un semestre. Esto realmente es así, de hecho lo abordamos al tratar el aspecto del enfoque profesional, en el Capítulo 1. Sin embargo, lo distintivo de la asignatura son las aplicaciones concebidas como problemas relacionados con el funcionamiento de productos o la explicación de algún fenómeno interesante. En los anexos 4 y 5 se relacionan estos problemas.

Es de destacar que al realizar la búsqueda bibliográfica para seleccionar las aplicaciones, a fin de elaborar el sistema de tareas, pudimos comprobar que junto a la literatura de divulgación, que generalmente ha existido, como puede ser el clásico de Perelman (1985), Walker (1979), Virgil y Seuret 1983 y los ya citados *Cómo funcionan las cosas*; enciclopedias (Encarta 1999, World of invention 1999); revistas como *Mecánica Popular*, *Muy Interesante*, *Conocer*, *Newton*, etc.; existe una tendencia en los textos educacionales modernos de mostrar las aplicaciones de los conceptos y leyes. (Wilson 1983, Zebrowski 1984, Giancoli 1991, Fishbane et al 1993, Tippens 1993, Cutnell et al 1995). Esto quizás sea el reflejo de una comprensión de la necesidad de un enfoque social en la educación científica, lo que se ha dado a llamar relaciones CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad, Núñez 1999)

Por otra parte, también en los programas están los sistemas de habilidades y de actitudes y valores, en correspondencia con lo tratado en el Capítulo 1.

#### 2.1.4 Formas de organización de la docencia

Las formas de organización de la docencia que se prevén utilizar, en correspondencia con los objetivos del curso serán: la clase, la autopreparación y la consulta. A continuación haremos una caracterización de los tres tipos de clases que se proponen: la conferencia, el seminario y la clase práctica.

- La conferencia

Como se sabe, es el tipo de clase que tiene como objetivo instructivo principal la orientación a los estudiantes de los fundamentos científico-técnicos más actualizados, de modo que les permita la integración y generalización de los conocimientos adquiridos y el desarrollo de las habilidades que posteriormente deberán aplicar en su vida profesional (MES 1991)

Por razones quizás históricas, es común asociar este tipo de clase a una actividad docente absolutamente teórica, en contraposición con la llamada clase práctica. En

nuestra concepción esto no es así (Álvarez 1994) Pensamos en un tipo de clase que le hemos mantenido el nombre de conferencia porque en ella se van a introducir nuevos conceptos y principios, pero como parte de un proceso de enseñanza-aprendizaje orientado como actividad investigadora, regido por un sistema de tareas, cuyas características hemos discutido previamente.

Como veremos, estas tareas podrán ser problemas cualitativos de enunciado abierto. De modo que si en algún momento los alumnos están en situación de “receptores de información” es en función de adquirir conocimientos para resolver un problema del que ya son parte activa. Además, en la propia clase de conferencia pueden resolverse problemas por parte de los estudiantes. Un elemento importante a tener en cuenta es que en esta carrera los grupos son pequeños, no sobrepasan por lo general los 30 estudiantes. Esto da la posibilidad de realizar una conferencia con una dinámica e interacción muy particular.

- El seminario

Como es usual, el seminario es el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales que los estudiantes consoliden, amplíen, profundicen, discutan, integren y generalicen los contenidos orientados; aborden la resolución de problemas mediante la utilización de los métodos propios de la rama del saber y de la investigación científica; desarrollen su expresión oral, el ordenamiento lógico de los contenidos y las habilidades en la utilización de las diferentes fuentes del conocimiento (MES 1991)

Esta caracterización explica por sí sola la importancia que reviste el seminario con vistas al cumplimiento de los objetivos generales del curso, no sólo en la consolidación de los conocimientos, sino en la adquisición de habilidades y métodos de trabajo, incluyendo el manejo de las fuentes de información y la comunicación. Para ello, los temas de los seminarios deben seleccionarse de manera que ilustren lo mejor posible las aplicaciones de la Física en el diseño de productos o como explicación de fenómenos de interés.

- La clase práctica

Es el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales que los estudiantes ejecuten, amplíen, profundicen, integren y generalicen determinados métodos de trabajo de las asignaturas y disciplinas que les permitan desarrollar

habilidades para utilizar y aplicar, de modo independiente, los conocimientos. (MES 1991)

De manera la diferencia esencial con lo que hemos concebido como conferencia es que en esta clase práctica no está prevista la introducción de nuevos fundamentos teóricos. Nuestra propuesta consiste en realizar las clases prácticas previamente a las evaluaciones parciales.

Resulta conveniente volver a subrayar la relación entre teoría y práctica en las clases, en particular en la conferencia y la clase práctica. Como bien apunta Álvarez (1994): *"Realmente en cada tipo de enseñanza se manifiesta la dialéctica de la teoría y la práctica. En la conferencia se expone la teoría, pero se señala la aplicación de dicha teoría, se ejemplifica, se indican los métodos de trabajo en que intervienen los conceptos, magnitudes, principios, leyes y teorías explicadas. En la clase práctica no sólo hay práctica, método, ejercitación con el objeto de trabajo, se requiere, además, retomar lo teórico, generalizarlo, ya que en última instancia la aplicación es una forma de enriquecer, profundizar y generalizar el concepto."*

- La autopreparación

La otra forma organizativa es la autopreparación, por medio de la cual el estudiante realiza trabajo independiente como resultado de la orientación del profesor, con el objetivo de estudiar las diferentes fuentes del conocimiento orientadas (MES 1991). La autopreparación resulta imprescindible para una buena realización del seminario.

- La consulta

Finalmente está la consulta, que tiene como objetivo fundamental que los estudiantes reciban orientación pedagógica y científico-técnica mediante indicaciones, orientaciones, aclaraciones y respuestas de los profesores a las preguntas formuladas en relación con la autopreparación. (MES 1991)

#### 2.1.5 La evaluación

La asignatura no tiene examen final, por lo que el sistema de evaluación descansa en la evaluación frecuente y parcial.

La evaluación frecuente contempla la evaluación en clases, y de modo especial, en los

seminarios. En cuanto a la parcial, se proponen dos pruebas parciales.

Como conclusión de este epígrafe, mostraremos como queda nuestra propuesta de plan temático de la asignatura Física de los Productos. Los números corresponden a horas de clases.

Temas	Conferencias	seminarios	C. prácticas	evaluación	total
I Mecánica y Termodinámica	18	6	2	2	28
II Electricidad y Magnetismo	8	2			10
III Óptica y Física Moderna	18	4	2	2	26
Total	44	12	4	4	64

Esta distribución facilita un horario regular durante las 16 semanas del curso, en las que los seminarios se realizan en las semanas pares.

## 2.2 Metodología de trabajo

En el epígrafe anterior se hizo un análisis del estado de la asignatura al comienzo de nuestro trabajo. Al describir posteriormente los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje que se reflejan en el programa - objetivos generales, contenido, formas de organización y evaluación - se observa la intención de vencer las dificultades iniciales.

Corresponde ahora explicar cómo instrumentar estas ideas a fin de garantizar un verdadero enfoque profesional de la asignatura. Para ello concebimos orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje como una actividad investigadora, bajo la dirección de un sistema de tareas, tal como se ha fundamentado en el capítulo anterior. Esto permitirá ampliar las posibilidades de contribución de la asignatura a la formación profesional del diseñador industrial al favorecer el desarrollo de habilidades, actitudes y valores, inherentes a la actividad científica y deseables a este especialista.

Esta metodología puede reflejarse, de modo general, en los siguientes aspectos:

- El sistema de tareas debe propiciar la resolución de problemas por parte de los estudiantes. Estos problemas, por las limitaciones del tiempo de la asignatura y las de formación matemática de los estudiantes tendrán un carácter cualitativo, lo cual no excluye la utilización de alguna fórmula para establecer relaciones.
- Los problemas cualitativos serán de tipo abierto, o sea, que dado su enunciado, requiere del alumno la acotación de las condiciones de resolución, la búsqueda de

datos, la formulación de hipótesis y demás elementos propios de la solución de esta clase de problemas.

- Estos problemas, y las tareas en general, serán relativos a aplicaciones de la Física en un contexto de interés para el diseñador industrial. En general, equipos o dispositivos cuyo funcionamiento pone de manifiesto determinado concepto o principio físico; o algún fenómeno natural que pueda resultar también interesante.
- Dentro de estas aplicaciones debe prestarse especial interés a las relacionadas con el medio ambiente y su conservación.
- Propiciar el trabajo colectivo, tanto en las clases de seminario, donde quizás tenga su expresión más significativa, como en el resto de las clases y formas de organización; pudiendo ser desde el trabajo por equipos en las tareas que lo ameriten, o el debate en el seno del grupo de estudiantes.
- En la elaboración del sistema de tareas, por su importancia y representatividad, de procederá a definir primeramente las referidas al seminario, de modo tal que exista diversidad en la clase en cuanto a los conceptos y principios que se abordan.
- De acuerdo a la tarea de seminario, y teniendo en cuenta el concepto o principio que se aplica, dividimos el contenido en secciones, que pueden o no coincidir con los subtemas. De manera que cada sección comprende los conocimientos afines a una tarea de seminario.
- Cada sección encierra tareas que se resolverán en distintos momentos. Además de la mencionada de la clase de seminario, están las correspondientes a conferencias, clases prácticas, autopreparación y evaluación parcial.
- Tener en cuenta, durante el proceso de enseñanza.aprendizaje, la experiencia previa de los estudiantes, permitiendo el tratamiento a las posibles ideas alternativas de los alumnos.
- La evaluación parcial comprende no sólo problemas vistos en seminarios, sino también problemas nuevos para los estudiantes, a fin de medir el grado de transferencia de los conocimientos a situaciones desconocidas.

Vistas estas generalidades, pasemos a precisarlas en un mayor grado de detalle.

### 2.2.1 Los tipos de tareas del sistema

De acuerdo a su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje, las tareas pueden ser para:

- *La introducción de nuevos contenidos.*
- *La sistematización de los conocimientos y habilidades en clases.*
- *La autopreparación.*
- *La clase de seminario.*
- *La evaluación parcial.*

Que si bien satisfacen las características generales para un sistema de tareas, tal y como hemos visto en el Capítulo 1 (Vázquez 2000), y en el epígrafe anterior, cada cual posee su propia particularidad.

Las tareas para introducir nuevos contenidos deben tratar situaciones de trascendencia social, para acentuar la motivación con la importancia del asunto. Son convenientes situaciones que sean de conocimiento previo del alumno para así lograr una mayor identificación y por ende, mayor necesidad de resolver la tarea.

Las tareas de los seminarios deben ser problemas que permitan reunir lo más representativo y esencial de los conocimientos, amén de que deben tener condiciones de existencia de bibliografía y quizás, puesto que el alumno va a trabajar en él en horario extraclases, pueda tener un cierto grado de complejidad, o requerir la visita a la biblioteca u otra institución.

Las tareas para la sistematización de los conocimientos deben tener un grado de complejidad que permita ser resueltas en clases, como aplicación de los contenidos vistos.

Las tareas para la autopreparación tienen características comunes a las utilizadas para la sistematización o incluso, el seminario. En el caso de las correspondientes a la evaluación parcial, han de ser problemas cuya resolución revele una adecuada transferencia de los conocimientos y habilidades.

### 2.2.2 La realización de la conferencia, la clase práctica y el seminario

De acuerdo a la concepción expuesta sobre este tipo de clase, se parte de una tarea con las características ya explicadas, que requiera para su solución de conocimientos no

tratados con antelación. Para ello es importante valorar la experiencia que sobre esos aspectos poseen los estudiantes, que en el caso de esta asignatura es muy significativo, puesto que se apoya mucho en lo estudiado durante el curso de Física Elemental de la enseñanza media.

Así, el proceso se estructura sobre la base del sistema de tareas, siendo posible que deban resolverse otras tareas antes de resolver la inicial. Además, aunque algunas requerirán de la exposición por parte del profesor de conceptos, leyes y principios desconocidos o al menos no tratados hasta el momento en el curso, es factible la realización de tareas de sistematización.

De manera que la clase transcurre en la dialéctica de nuevos problemas, y la necesidad de los nuevos conocimientos para resolverlos. Al mismo tiempo, contempla la realización de tareas para consolidar los conocimientos y habilidades. Comprende además la propuesta de tareas para la autopreparación.

Por otra parte, las clases prácticas están previstas que se lleven a cabo previo a las evaluaciones parciales, y están destinadas a resolver problemas, tanto de los propuestos con anterioridad por el profesor, como otros nuevos.

En cuanto a los seminarios, la experiencia demuestra que no deben debatirse más de cinco tareas en cada clase, lo cual no es ningún problema organizativo: la matrícula de los grupos de docencia oscila alrededor de 15 estudiantes y pueden crearse cinco equipos sin dificultad. Luego, siendo seis seminarios en el semestre, se requieren en total 30 tareas.

A fin de lograr una adecuada diversidad de los conocimientos aplicados en la clase de seminario, cada tarea debe implicar conceptos o principios diferentes.

Como es usual, el seminario se desarrolla mediante la presentación de ponencias por los equipos. Esto contribuye a desarrollar el trabajo colectivo, así como la comunicación oral, cuestión cuya importancia para este profesional hemos debatido, toda vez que su vida laboral requiere de la comunicación con especialistas de diversas disciplinas. La exposición del tema debe hacerla apoyándose en los medios propios de su profesión, o sea: pancartas, láminas, maquetas, entre otros.

Además, debe entregar un informe conteniendo los aspectos esenciales de su ponencia, lo que permite valorar la comunicación escrita. Las características de las tareas de



seminario sirven también para desarrollar en los estudiantes habilidades relativas a la búsqueda de información.

### 2.2.3 La evaluación de la asignatura

La evaluación frecuente se apoya en el trabajo sistemático en las clases. En particular, la evaluación en el seminario tiene un significado especial, al tener en cuenta los siguientes puntos (del Busto 1998):

- Fundamentación teórica.
- Claridad de la exposición y dominio demostrado.
- Medios empleados en la exposición.
- Ampliación del tema, o sea, incorporación de aspectos novedosos.
- Ajuste al tiempo asignado.
- Calidad del informe escrito.

En cuanto a la evaluación parcial, se caracteriza por tener dos tipos de preguntas:

- *Problemas ya vistos en seminario.* Esto tiene el objetivo de que el estudiante estudie los distintos problemas tratados en el seminario, aparte de los presentados por él. Sabemos que resulta insuficiente lo que puedan captar al escuchar la exposición de un tema por parte de sus propios compañeros, de ahí que esta sea una manera de estimular su estudio, lo cual es importante, si tenemos en cuenta las características de esta clase de tareas.
- *Problemas cuya situación no se ha tratado en clases.* El propósito es que el estudiante demuestre que es capaz de transferir los conocimientos y habilidades, manifestando un nivel de apropiación productivo.

## **2.3 Un ejemplo del sistema de tareas: la Mecánica del sólido**

A fin de ilustrar cómo se ejecuta en la práctica la metodología propuesta, al menos en lo que se refiere al sistema de tareas, hemos seleccionado el Tema I (Mecánica y Termodinámica). Dentro del tema, el subtema de Mecánica del sólido, que es el que inicia el curso.

### 2.3.1 El sistema de conocimientos

La Mecánica del sólido consta de cuatro clases, tres dedicadas a las conferencias y una

al seminario correspondiente a los contenidos estudiados. Puesto que en este último se expondrán cinco problemas, hemos dividido el subtema en cinco secciones, asociadas a principios o conceptos fundamentales.

Para mejor comprensión, mostramos la siguiente tabla, que resume cada sección y los conocimientos que abarca.

Sección	Leyes y principios	Conceptos y magnitudes
Fuerzas	Suma y descomposición de fuerzas	Fuerza
Centro de gravedad	Principio de la inercia Ley de acción y reacción	Inercia Masa Fuerza de gravedad Peso Caída libre Centro de gravedad Impesantez Par de fuerzas Momento del par
Movimiento lineal	Ley de la dinámica de traslación Conservación del momento lineal	Velocidad media Velocidad instantánea Aceleración Movimiento rectilíneo uniforme Movimiento rectilíneo uniformemente variado Momento lineal Impulso lineal Fuerzas internas Fuerzas internas Sistema cerrado
Movimiento de rotación	Ley de la dinámica de rotación Conservación del momento angular	Velocidad angular Aceleración angular Movimiento circular uniforme Movimiento circular uniformemente variado Fuerza centrípeta Momento de una fuerza Momento de inercia Momento angular Fuerza de inercia
Energía Mecánica	Teorema del trabajo y la energía Conservación de la energía mecánica	Trabajo mecánico Energía cinética Fuerzas conservativas Energía potencial Energía potencial gravitatoria Fuerza elástica Energía potencial Elástica Energía mecánica

### 2.3.2 Las tareas de seminario

De acuerdo a la metodología descrita, comenzamos por definir las tareas de seminario, teniendo en cuenta que sean problemas representativos. En la primera clase, el profesor debe dar a conocer las tareas del seminario, con la orientación de la bibliografía, para

que los estudiantes puedan prepararse adecuadamente. Esta información acostumbramos a publicarla en el mural del aula (Anexo 3). Posteriormente, en la medida que se van tratando los contenidos, el profesor hace alusión a dichas tareas, precisándolas.

Las tareas seleccionadas para el seminario de este subtema son los siguientes, a los que haremos los comentarios pertinentes:

- *¿Cómo es posible que un bote a vela pueda navegar en contra del viento?*

Se trata de que los estudiantes utilicen la suma y descomposición de fuerzas en un problema interesante, de fácil identificación. Además, este problema se retoma al tratar la hidrodinámica, en que ya la vela deja de considerarse una superficie plana, y al tener en cuenta su forma curva y la presencia del llamado foque, es un ejemplo más de aplicación de las leyes de continuidad y de Bernoulli.

- *Debido a lo accidentado del terreno en Marte, en comparación con la Luna, se diseñaron alternativas para los móviles que pudieran desplazarse en dicho planeta. Una de ellas es una esfera que contiene en su interior el instrumental para poder llevar a cabo las investigaciones. Explique su funcionamiento.*

El concepto de centro de gravedad es muy importante para el diseñador, por lo que puede importar para el equilibrio de un producto. Está tomado de un artículo de una revista de divulgación.

- *Uno de los equipos para diagnósticos del corazón es el balistocardiógrafo. Explique y fundamente su funcionamiento.*

Este es un producto no muy común, al menos en nuestro país, pero que aparece en la bibliografía como un método de diagnóstico del corazón. Es una aplicación muy concreta de la conservación del momento lineal, y de la utilización de la Física en la Medicina. Esto puede tener importancia, ya que una de las líneas de trabajo de los diseñadores en nuestro país es el desarrollo de equipos médicos.

- *¿Es posible construir un helicóptero con una sola aspa? Argumente su respuesta.*

El interés con esta tarea es aplicar el principio de conservación del momento angular. La respuesta esperada es que los helicópteros tienen que tener dos aspas, pues de lo contrario, si tuviese sólo una, el cuerpo del aparato giraría en sentido contrario a las aspas. Hay diferentes soluciones; con dos aspas en el mismo plano con giros opuestos,

o un rotor en la cola perpendicular a la mayor para contrarrestar su efecto. La experiencia ha sido interesante: los estudiantes encontraron una revista que hablaba de un helicóptero con una sola aspa. No obstante el objetivo se cumple, pues la solución es aprovechar el escape de los gases para sustituir el rotor, y la esencia del problema no cambia. Este ejemplo muestra la disposición al aprendizaje de estos estudiantes.

- *Uno de los eventos más complejos del atletismo es el salto con pértiga. Haga un estudio energético del mismo.*

Este problema pone de manifiesto la ley de conservación de la energía mecánica. Permite también destacar aspectos del movimiento del deportista, que logra sobrepasar la varilla en tanto su centro de gravedad pasa por debajo de la misma.

Una vez seleccionados las tareas correspondientes al seminario, corresponde presentar las tareas de las conferencias, y clases prácticas o aquellas que pueden servir a la autopreparación.

A continuación, pasaremos a ver las tareas propuestas del subtema de acuerdo a las secciones en que se ha dividido.

### 2.3.3 Sección 1: fuerzas

- *Uno de los problemas globales de cuya solución depende la supervivencia y el bienestar de la humanidad es el energético. ¿Cuáles son sus causas? ¿Qué medidas adopta la comunidad internacional para resolver el problema energético y en particular nuestro país?*

Siendo la primera tarea del curso, se trata que sea lo más trascendente posible (Vázquez 2000). Se propiciará la intervención de los alumnos, que a partir de sus ideas previas, expresen sus opiniones. De acuerdo al interés posterior de la asignatura, nos interesa precisar sobre todo la cuestión del agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente. Se pretende que los estudiantes planteen sus conocimientos sobre los esfuerzos para encontrar fuentes de energías alternativas y explotarlas adecuadamente. El profesor podrá precisar el uso de la energía solar, geotérmica, el uso de la biomasa, hidráulica, la nuclear, mareomotriz, la eólica, etc., y el reflejo en nuestro país. De esta discusión debe aclararse que más adelante en el curso de tratará la utilización de calentadores solares y los reactores nucleares, pero finalmente debe centrarse la atención en la energía eólica. Como puede apreciarse, esta discusión

contribuye al desarrollo de la sensibilidad ecológica, la orientación del pensamiento a problemas de trascendencia social, entre otros aspectos.

- *¿Qué conoces de los molinos de viento y las turbinas eólicas?*

A partir de los conocimientos de los alumnos en su carácter más general, esto es, características externas de estos equipos, función que realizan, relación con el medio ambiente, pueden darse datos sobre estos, incluso las perspectivas en Cuba, preparando las condiciones para la próxima tarea.

- *¿Cómo funciona la hélice de la turbina eólica?*

Esta tarea ya toca de lleno los conocimientos de Mecánica. El profesor debe llevar a los alumnos el sentimiento de que van a iniciar una investigación para lo cual requieren conocimientos teóricos que van a adquirir por la vía de una charla. Para ello deberá precisar, el concepto de fuerza, destacando su carácter vectorial y las reglas de suma y descomposición de fuerzas.

Con estos conocimientos, el profesor dirigirá la solución del problema, que siendo el primero, es vital precisar la metodología de resolución de los problemas. Aquí la hipótesis está en considerar que hay una componente de la fuerza del viento en el plano de rotación que hace girar el aspa. Esto sirve de guía para la propia solución. Al finalizar la solución, puede realizar la comprobación práctica con dos ventiladores, o en su defecto, solicitar a los estudiantes lo comprueben en su casa.

También insistirá que el generador eólico es un transductor, ya que transforma la energía mecánica del viento en eléctrica.

A partir de aquí, pasará a realizar tareas de sistematización en el aula, y además, orientar las que pueden formar parte de su autopreparación, entre las que pudieran estar:

- *La cometa o papalote es un juguete prácticamente universal ¿Cómo es posible explicar su vuelo?*
- *La forma más primitiva de construcción de puentes o basamentos de edificaciones son los arcos de piedra ¿cómo explicar la fortaleza de esta estructura?*

#### 2.3.4 Sección 2: centro de gravedad

- *Todos hemos experimentado que hay jarras en las que es más fácil verter el agua que en otras, en las que hay que hacer un mayor esfuerzo ¿Bajo qué condición podría diseñarse una jarra óptima en tal sentido?*

Esta tarea posee cierto grado de generalidad, ya que permite debatir varias cuestiones, vinculadas a la profesión, como puede ser: la trascendencia social del problema, para el caso de un trabajador gastronómico que requiere estar varias horas sirviendo agua en una jarra que por razones de eficiencia del servicio es mayor que la doméstica; y la relación entre lo funcional y lo estético, en lo que a la forma y posición del asa se refiere. Puede hacerse referencia al complejo problema del pitorro que permite verter sin gotear.

Los estudiantes necesitan precisar ciertos conocimientos para poder resolver esta tarea, a lo que el profesor debe conducir la discusión, esto es, cuáles son las fuerzas que actúan sobre la jarra: la fuerza de gravedad y la reacción de la mano, por lo que deberá establecer otras tareas para poder resolver ésta. Es decir, vuelven a pasar al plano de *científicos* que requiere información para resolver la problemática propuesta.

- *Un buen mecanismo para un cinturón de seguridad ha de ser aquél que permita en condiciones normales poder sacar el cinturón con relativa facilidad, pero que ante un frenazo fuerte lo sujete firmemente. De acuerdo a lo anterior, explique el funcionamiento del mecanismo representado en el esquema.*

Se pretende introducir el concepto de inercia, el principio de inercia y el concepto de masa. Es conveniente explorar entre los estudiantes el concepto de inercia, con el cual se han relacionado en la enseñanza media, lo que permite al docente conocer las ideas previas al respecto y si existe o no la difundida concepción errónea de que el movimiento está asociado necesariamente a una fuerza aplicada. El profesor presentará el esquema del mecanismo de un cinturón de seguridad que está diseñado de tal manera que ante un frenazo o un choque, efectivamente traba al cinturón, al desplazarse un péndulo por inercia. Los alumnos pueden resolverlo a partir de estos conocimientos, transfiriéndolos.

Esto permite comentar otros ejemplos de aplicación de la inercia en la práctica, como pueden ser los volantes de los motores, el sistema de guía inercial de los aviones o el

sistema de navegación de algunos autos modernos.

A partir del concepto de que puede haber movimiento sin fuerza aplicada, resulta apropiado debatir cuál es el efecto de la fuerza sobre un cuerpo, y presentar la segunda ley de Newton, en su forma más sencilla, como es usual. La experiencia demuestra que los conceptos de velocidad y aceleración se pueden ir tratando, de forma muy orgánica, toda vez que, insistimos, nos estamos apoyando en el curso de Física Elemental. Siguiendo la idea de sólo utilizar las fórmulas necesarias, definimos la velocidad como el cambio de posición con el tiempo y análogamente la aceleración; sí escribimos  $F=ma$ .

La próxima tarea puede ser:

- *Una experiencia diaria es que los cuerpos tienden a caer. ¿Por qué no cae el libro que está sobre la mesa?*

Esta pregunta aparentemente trivial, permite en su discusión debatir conceptos como fuerza de gravedad, centro de gravedad y la ley de acción y reacción (tercera ley de Newton). La expresión de la fuerza de gravedad como el producto  $mg$ , contribuye a debatir que los cuerpos caen con cierta aceleración. Es muy importante la cuestión de que interpreten que la constancia de  $g$  en una región implica que en el vacío una pluma y una piedra emplean el mismo tiempo en caer si son soltados a alturas iguales. Resulta interesante que todos aceptan la constancia de  $g$  pero algunos tienen la concepción errónea de que los de mayor masa caen más rápido.

Al abordar el concepto de fuerza de gravedad, introducimos el de centro de gravedad, que también resulta familiar a los estudiantes, así como la ley de acción y reacción.

- *El dominguín o tentempié es un popular juguete, pero ¿cómo funciona?*

No olvidemos que una línea de trabajo del diseñador es la de los juguetes, de ahí el interés de este problema. Inevitablemente los alumnos tendrán que establecer sus hipótesis, comenzando en cómo ellos creen que está configurado el juguete. El docente solicitará a los estudiantes que hagan un esquema de las fuerzas, pudiendo modelar la base del juguete como una semiesfera maciza. Aunque ellos pueden, situando la reacción de la superficie de apoyo y el peso, intuir por qué voltea, convendrá introducir el concepto de par de fuerza y momento del par, en función de la distancia entre las líneas de acción de las fuerzas, destacando que su acción es tender a rotar al cuerpo.

Una tarea interesante permite ampliar el concepto de par de fuerzas, sobre todo si es posible realizar la demostración experimental:

- *Un carrito posee un cilindro central de menor radio que en los extremos, en el que tiene arrollado un hilo. Se hala el hilo horizontal a la superficie rugosa sobre la que se apoya el carrito. ¿Hacia dónde se mueve? ¿Se enrolla o se desenrolla? ¿Y si se hala en posición casi vertical?*

Problema que despierta la polémica y la profusión de propuestas de hipótesis por los alumnos. El debate por equipos resulta entonces conveniente, dirigiendo el profesor el análisis del par formado, y no debe causar preocupación que aparezca la fuerza de rozamiento, esto se aclara en el propio proceso de resolución.

Llegado este punto, se retornará al problema inicial de la jarra de agua. Será recomendable el trabajo por equipos, y promover la discusión, que habrá que dividir en dos casos: la jarra vertical y el proceso de verter. Está claro que la solución se logra analizando la reacción de la mano y el peso de la jarra, de modo que el par de fuerzas siempre sea lo menor posible. Podrá discutirse sobre la forma de la jarra, el cambio de posición del centro de gravedad en función de la salida del agua, cómo al inicio hay que aplicar la fuerza en un sentido, hasta que el par desaparece y luego hay que aplicarla en sentido contrario. Destacar, además de lo visto en el comentario, que este problema de la jarra puede ser complejo, y quizás requiera para su solución exacta de medios de cómputo. Tampoco puede faltar la discusión del aspecto formal de la jarra, la cuestión estética, ya que en definitiva, el producto es uno solo.

En estas circunstancias, pueden plantearse problemas de sistematización:

- *A todos nos ha llamado la atención esos adornos que se apoyan sobre un punto y no caen. Explique por qué.*
- *Siéntese en una silla, derecho y con los pies colocados delante de la misma, y trate de levantarse sin cambiar la posición de los pies. Explique lo que ocurre. Argumente por qué.*

Una conclusión fundamental de estas tareas es la importancia del concepto de centro de gravedad para el equilibrio de los objetos, lo cual es de gran atractivo para el diseñador.

- *En el piso de un ascensor colocamos una pesa. Nos pesamos y obtenemos un valor*



*determinado. ¿Variará ese valor si se aplica una fuerza al ascensor a)hacia arriba b)hacia abajo? ¿Cuánto marcará la pesa si el ascensor cae libremente?*

Polémico problema, para el que, por la riqueza conceptual que posee, resulta conveniente el trabajo en equipos, y debatir las diferentes hipótesis que puedan presentarse. Permite esclarecer la diferencia entre fuerza de gravedad y peso. Asimismo discutir sobre el concepto de caída libre, impesantez, criticando el término de ingravidez que se utiliza para describir la situación de los cosmonautas. Sólo requiere del esclarecimiento inicial del concepto de peso por parte del docente.

El profesor puede orientar algunas tareas de autopreparación:

- *Investigue como fue posible la filmación de las escenas de Apolo 13 en que los actores aparecen en estado de impesantez, como si estuvieran en el espacio exterior.*
- *Investigue los efectos de las sobrecargas en los pilotos en los despegues de los cohetes o en realización de las piruetas que hacen los aviones*

Las siguientes tareas corresponden a la próxima sección.

### 2.3.5 Sección 3: movimiento lineal

Resulta interesante continuar con el tema espacial:

- *En 1984 se dio un paso de importancia en las investigaciones espaciales, cuando un cosmonauta logró por primera vez realizar una recorrido sin estar conectado a la nave. Para ello empleo un sillón conocido como Unidad Autónoma de Vuelo. Proponga una explicación de cómo logró moverse en las condiciones de falta de atmósfera.*

La propuesta es considerarlo un problema general y pasar a resolver otros más sencillos para después solucionarlo, demostrándole a los estudiantes la necesidad de introducir nuevos conocimientos.

- *Se sabe que las fuerzas del bate sobre la pelota en el momento de contacto pueden ser relativamente grandes pero, ¿cómo calcularlas?*

Problema relacionado con un tema deportivo que resulta motivante a los jóvenes. Sobre este estado de interés, el profesor abordará conceptos como momento lineal de un

cuerpo, fuerzas externas e internas. Definiendo el impulso como  $J = F_{\text{ext}} \Delta t = \Delta p$ , o sea, la variación del momento, y  $F_{\text{ext}}$  la fuerza externa media que actúa sobre el cuerpo durante el intervalo de tiempo  $\Delta t$ , puede proponer a los estudiantes la solución numérica del problema. Para ello, ellos tendrán que acotar las condiciones y discutir entre sí los resultados.

Resolver esta tarea permite proponer otras dos de sistematización:

- *Los autos de más avanzadas tecnologías utilizan el airbag como sistema de protección. Explique y fundamente su funcionamiento.*
- *Fundamente por qué al coger una pelota de béisbol con las manos tratamos de moverlas en la misma dirección del movimiento de la pelota.*

Pasemos a una tarea que nos permitirá introducir la ley de conservación del momento lineal.

- *La experiencia demuestra que al disparar un fusil, la salida de la bala provoca un “culateo” del fusil. Fundamente por qué.*

Se trata de resolver un problema más cercano, pero íntimamente relacionado con el de la Unidad Autónoma de Vuelo. El profesor dirigirá la solución, partiendo del concepto de sistema cerrado. De la expresión del impulso puede visualizar la conservación del momento, y partir de entonces que los estudiantes resuelvan el problema, hallando la solución analítica, matemáticamente asequible para ellos.

Después de esto, los estudiantes pueden exponer sus hipótesis de cómo lograr el funcionamiento de la unidad autónoma de vuelo, lo que aparte de un problema físico, lo será también de diseño.

Otras tareas relativas a estos conocimientos pueden ser propuestas, tanto para la sistematización en el aula, como para la autopreparación.

- *¿Cómo puede moverse un cohete en el espacio?*
- *Es común en los jardines un aspersor de agua. Explique y fundamente su funcionamiento.*
- *El calamar, al igual que el pulpo, tiene una forma peculiar de movimiento. Explíquela desde el punto de vista físico.*

Este problema es interesante para el diseñador, ya que uno de los métodos que utilizan para hallar una solución de diseño es mediante el análisis biónico.

- *Investigue la fuerza de la raqueta sobre una pelota de tenis.*

En todos estos casos, como es usual, el profesor orientará la bibliografía correspondiente.

#### 2.3.6 Sección 4: movimiento de rotación

- *El movimiento de rotación es un movimiento particularmente importante. Exponga ejemplos de objetos en los que se pone de manifiesto el movimiento de rotación en su funcionamiento.*

La tarea persigue establecer una lluvia de ideas y es de esperar la participación activa de los estudiantes, e incluso que propongan productos que sorprendan al profesor.

- *La bicicleta requiere que esté rodando para poder mantener el equilibrio. ¿Cuál es la causa?*

Es muy seguro que los alumnos no puedan dar una hipótesis sólida al respecto, a fin de cuentas este problema pretende despertar la necesidad de abordar varios conceptos indispensables. Lo hemos seleccionado por el grado de identificación que supone para los alumnos, y el interés y motivación que puede representar. El profesor explicará los conceptos de velocidad angular, aceleración angular y la relación con las magnitudes tangenciales.

- *Una forma de medir la velocidad de una bala es un sistema formado por dos discos paralelo unidos por un eje. La bala es lanzada paralela al eje común e impacta a ambos discos. Proponga una explicación de cómo sería posible medir la velocidad de la bala.*

Problema que pueden resolver los estudiantes por equipos, y como ya es norma, debatir las hipótesis y los resultados. Contribuye a consolidar el concepto de velocidad angular y familiarizar al estudiante con el movimiento de rotación.

- *Hoy las lavadoras domésticas no solo lavan la ropa, sino la secan. Proponga una explicación de cómo funciona la secadora.*

Esta tarea brinda la oportunidad de debatir el concepto de fuerza centrípeta y las llamadas fuerzas de inercia, mediante una situación muy cercana a los estudiantes. Además, permite proponer otras tareas de sistematización y autopreparación:

- *El regulador centrífugo es parte inseparable de la imagen que se tiene de un central azucarero. Explique y fundamente su funcionamiento.*
- *Con vistas a controlar la contaminación de la atmósfera debido a procesos industriales se utiliza el llamado separador centrífugo de polvo. Investigue su funcionamiento.*
- *Un equipo muy común en los laboratorios de análisis clínico es la centrifugadora médica. Investigue su funcionamiento.*
- *En las carreteras observamos que en las curvas existe un ángulo de inclinación llamado peralte. Explique por qué esto es necesario.*

El concepto de momento de una fuerza, si bien es importante, será abordado en toda profundidad en el curso de Mecánica Teórica, por lo que en esta asignatura no le prestaremos atención especial, salvo la necesaria para mantener la armonía y lógica en la presentación de los conocimientos. Hay muchos problemas sencillos que nos pueden servir para este propósito:

- *Al empujar una puerta, instintivamente lo hacemos a la mayor distancia de las bisagras. ¿Por qué?*

El debate de este problema permite que los estudiantes expongan múltiples ejemplos de palancas y herramientas. Como es sabido en la exposición de los conceptos y leyes del movimiento de rotación es útil apoyarse en analogías con de movimiento lineal. Esto facilita introducir el concepto de momento de inercia y la ley dinámica para la rotación. Los siguientes problemas contribuyen a ilustrar la aplicabilidad de estos conocimientos.

- *En el circo, los equilibristas utilizan una vara. ¿Por qué?*
- *En las competencias de arco y flecha actuales, observamos que los arcos tienen acoplados unos aditamentos para la estabilización del mismo en el momento del disparo. Explique su funcionamiento.*

Siguiendo el método analógico, puede introducirse el concepto de momento angular y su ley de conservación, destacando su carácter vectorial. El siguiente problema, ya

clásico, nos auxilia en ilustrar estas ideas.

- *Bailarines y clavadistas logran variar su velocidad de rotación. Argumente por qué esto es posible.*

La resolución de estos problemas no causa dificultad a los estudiantes, por lo que el profesor puede invitar a resolver la tarea pendiente de la bicicleta. El resultado obtenido sirve de pie para otra tarea, puede ser de sumo atractivo:

- *Si vamos en la bicicleta, en línea recta sin tocar el timón, basta una pequeña inclinación para que la rueda gire ¿por qué?*

El profesor debe explicar el efecto giroscópico, utilizando un sencillo diagrama vectorial. Finalmente, puede proponer estas tareas:

- *Aviones, barcos, submarinos, en general, las naves, utilizan un giróscopo. Explique por qué.*
- *Resulta imposible mantener un trompo en posición vertical a menos que esté dando vueltas. Explique.*

### 2.3.7 Sección 5: Energía mecánica

En la introducción de los contenidos de esta sección se propone este problema:

- *Otro método de medición de la velocidad de una bala es el llamado péndulo balístico. Consiste en un bloque suspendido por dos hilos que lo mantienen en posición horizontal. La bala se incrusta en el bloque. Explique cómo es posible medir la velocidad de la bala.*

El conocimiento central de esta sección es la ley de conservación de la energía mecánica. Los alumnos divididos por equipos, pueden realizar los esquemas correspondientes, y el profesor hará la introducción de los conceptos de trabajo mecánico, energía cinética y energía potencia gravitatoria. Esta claro que este problema también utiliza los conceptos de momento lineal, lo cual le da un tono integrador.

La siguiente tarea es de sistematización, a resolver por los estudiantes:

- *A principios del siglo XX una de las grandes atracciones en ferias y circos era el rizo de la muerte o rizo del diablo. Un ciclista se lanza desde cierta altura por una*

*rampa y luego enfrenta un rizo vertical sin caer. Encuentre el valor de la altura mínima la que debe lanzarse para vencer el rizo sin caer.*

El profesor puede lanzar el siguiente problema para motivar la introducción de la energía potencial elástica:

- *En los últimos años se ha hecho popular el deporte conocido como bungee cord, que consiste en lanzarse desde una altura considerable atado a una cuerda elástica. Estudie el comportamiento energético.*

Y las siguientes tareas de sistematización y autopreparación:

- *Investigue la conservación de la energía mecánica para el caso de una flecha lanzada por un arco.*
- *El péndulo, formado por un hilo y un cuerpo en su extremo, resulta útil para medir el tiempo. Estudie la conservación de la energía en su movimiento.*

De esta manera hemos mostrado una propuesta de sistema de tareas para una parte de la asignatura, esto es, el subtema de Mecánica del sólido del Tema I Mecánica y Termodinámica.

En cuanto a la evaluación, como ya se ha explicado, se conforma con tareas de los seminarios y otras con situaciones nuevas para los alumnos, al estilo de las que hemos presentado aquí como de sistematización o autopreparación.

## CONCLUSIONES

Al culminar este trabajo, podemos concluir de modo general que el objetivo propuesto, esto es, concebir un curso de Física de los Productos para la carrera de Diseño Industrial con un enfoque profesional, ha sido cumplido, teniendo en cuenta las tendencias actuales de la Didáctica y la repercusión social de la Física.

Así, hemos respondido las preguntas científicas que nos planteamos al inicio, cuyas respuestas, sintéticamente, son:

- La asignatura Física de los Productos contribuye a la formación profesional del diseñador industrial en tanto le brinda los conceptos y principios físicos para la comprensión del funcionamiento de los productos que diseña, pero además, desarrolla habilidades generales importantes para su profesión como son la resolución de problemas, la comunicación oral y escrita, así como actitudes y valores entre los que se encuentran la capacidad de innovación, la disposición para el trabajo colectivo y la sensibilidad ecológica.
- Se elaboró una metodología de trabajo para la asignatura, sobre la base de una orientación del proceso de enseñanza-aprendizaje como actividad investigadora y la utilización de un sistema de tareas, con características dadas, para la dirección del proceso; asimismo comprende el tratamiento del sistema de conocimientos, la tipología de las tareas, las formas de organización de la docencia y el sistema de evaluación.

De manera que la situación de partida del trabajo, relacionada con la asignatura Física de los Productos y su proceso de enseñanza-aprendizaje, ha sido superada en tanto:

- Ha quedado establecido que la contribución de la asignatura a la formación profesional del diseñador industrial va más allá de los conocimientos que aporta, pues incluye además, de manera importante, habilidades, actitudes y valores.
- Se estimula el carácter activo del proceso de enseñanza-aprendizaje con una orientación como actividad investigadora, dirigido por un sistema de tareas apropiado.
- Se actualizan los temas de seminarios al incluir tareas relacionadas con la llamada

Física Moderna y se diversifican los objetivos abordados en cada clase de seminario.

- Las aplicaciones que se presentan en el curso resultan mucho más contextualizadas, de acuerdo al perfil del diseñador industrial, al existir una mayor comprensión de su modo de actuación y de qué es un producto industrial; incorporándose, además, las relativas al medio ambiente.
- La propuesta de evaluación parcial debe contribuir al cumplimiento de los objetivos con un nivel de apropiación productivo, al considerar la transferencia de conocimientos a situaciones novedosas.
- La forma de realización del proceso de enseñanza-aprendizaje, el sistema de tareas, las formas de organización y la propia evaluación, coadyuvan a una apropiación coherente de los conocimientos físicos por parte de los alumnos, así como a la detección y tratamiento de posibles concepciones alternativas.
- La autopreparación se concibe como un proceso continuo, y no momentos asociados a los seminarios y las evaluaciones.
- Se ha elaborado un programa de la asignatura y un programa analítico, donde se plasman los objetivos, contenidos, formas de organización y sistema de evaluación expuestos en el trabajo, y que cumplen los requisitos formales establecidos para ello.

Por otra parte, la experiencia adquirida nos permite afirmar que:

- Queda aún pendiente la solución de algunos problemas relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura. En nuestra opinión, de modo inmediato, debe prestarse atención al sistema de demostraciones experimentales y al sistema de medios de enseñanza, aspectos muy valorados por los estudiantes.
- El estudio presentado sobre la carrera de Diseño Industrial, que incluye aspectos como el análisis del modo de actuación del profesional y la caracterización de los estudiantes, entre otros, puede servir de fuente de información para futuros trabajos relacionados con la formación del diseñador industrial.
- Los resultados de este trabajo, en especial el conjunto de aplicaciones propuestas, pueden ser extendidos a otros cursos de Física, ya sea de la Educación Superior o la Educación General Media.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1- Aicher O., El mundo como proyecto, Editorial G. Gili, Barcelona, 1994.
- 2- Alvarez de Zayas, C., La Escuela en la vida, Editorial Academia, La Habana, 1994.
- 3- Berazaín A., La actualización del curso de Física General mediante la resolución de problemas, ponencia presentada en: Pedagogía'97, La Habana,. 1997.
- 4- ----- Enfoque profesional de la enseñanza de la Física en la carrera de Diseño Industrial, en: II Taller Iberoamericano de enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de La habana, La Habana, 2000.
- 5- ----- La mecánica del diseño de la Mecánica para Diseño, en: VI Encuentro Internacional de Diseño, La habana, 2000b.
- 6- Bonsiepe G., Teoría y práctica del Diseño Industrial. Elementos para una manualística crítica, , Editorial G. Gili, Barcelona,1978.
- 7- ----- Las siete columnas del diseño. ONDI, La Habana, 1993.
- 8- Bugaev A.I., Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media, Editoral Pueblo y educación, La Habana, 1989.
- 9- Bürdek B., Historia, teoría y práctica del diseño industrial, Editorial G. Gili, Barcelona, 1994.
- 10- Carrascosa J. et al, Las concepciones alternativas de los estudiantes y sus implicaciones didácticas, En: Temas Escogidos de la Didáctica de la Física, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996.
- 11- Cómo funcionan las cosas, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1989.
- 12- Cruz A et al, La evaluación en la enseñanza-aprendizaje de la Física. En: Temas Escogidos de la Didáctica de la Física, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996.
- 13- CSIC, Introducción a los sensores. Madrid, 1988.
- 14- Cuendías J., 20 años de la ONDI, en VI Encuentro Internacional de Diseño, La Habana, 2000.

- 15- Cutnell J. y Johnson K., Physics, John Wiley and sons, New York, 1995
- 16- Danilov M. et al.: Didáctica de la escuela media, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1981.
- 17- Del Busto E., Papel de la asignatura Física de los Productos en la formación de diseñadores industriales, en: V Encuentro Internacional de Diseño, La Habana, 1998.
- 18- Departamento de Diseño Industrial, ISDI: Plan de estudios de la carrera de Diseño Industrial, ISDI. La Habana, 1999.
- 19- Departamento de Física, Sistema de habilidades para la Disciplina de Física General, ISPEJV, 1992.
- 20- Doblin J., The one hundreth great product designs, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1970.
- 21- Dormer P., Design since 1945, Thames and Hudson Ltd, Londres, 1993
- 22- Enciclopedia Encarta, Microsoft, 1999.
- 23- Enciclopedia Salvat Como Funciona, Barcelona, 1985.
- 24- Enciclopedia World of invention. Mac Grath, EEUU, 1999
- 25- Fishbane et al., Physics fo scientist and engineers, Prentice Hill, New Jersey, 1993.
- 26- Fundora J.: La actualización del curso de Electromagnetismo para la formación de profesores, tesis de Maestría, ISPEJV, La habana, 2000.
- 27- Giancoli D. Physics, principles with applications, Prentice Hill, New Jersey, 1991.
- 28- Gil D. et al, La enseñanza de las Ciencias en la Educación secundaria. Ed. Borsori, Barcelona, 1991
- 29- Gil D., Contribución de la Historia y la Filosofía de la Ciencia al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 11(2). 1993.
- 30- Gil D. et al.: La resolución de problemas en Física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de las situaciones problemáticas. En: Temas Escogidos de la Didáctica

- de la Física, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996.
- 31- Gil D. y Valdés P., Tendencias actuales en la enseñanza-aprendizaje de la Física. En: Temas escogidos de la Didáctica de la Física, Pueblo y Educación, La Habana. 1996.
- 32- González, V., Motivación profesional y personalidad, Soporte electrónico, 1994.
- 33- Löbach B., Diseño industrial. Bases para la configuración de productos industriales, Editorial G. Gili, Barcelona, 1981
- 34- Martí J, Obras completas, Tomo 8, Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 1975.
- 35- MES, Resolución Ministerial 269 – 91, Reglamento del trabajo docente metodológico, 1991.
- 36- MES, Resolución 41, 1998.
- 37- Moltó E., Didáctica General Contemporánea. Soporte electrónico. ISPEJV. La Habana. 1998.
- 38- Montellano C., Didáctica proyectual, Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile, 1999.
- 39- Niedo J. y Macedo B.: Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años (OEI-UNESCO: Madrid, 1997.
- 40- Núñez J.: La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Editorial Felix Varela, La Habana, 1999.
- 41- Perelman Y.: Física recreativa, Editorial Mir, Moscú, 1985.
- 42- Peña S., La formación del diseñador industrial en el ISDI, conferencia impartida en el Forum Estudiantil de Ciencia y Técnica, ISDI, 2000.
- 43- Peña S y Pérez M., La verdadera historia de la navaja de Pedro, en: VI Encuentro Internacional de Diseño, La habana, 2000b
- 44- Perera F., La formación interdisciplinar de los profesores de Ciencias: un ejemplo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física”, Tesis de doctorado, ISPEJV, La habana, 2000.

- 45- Rodríguez M. et al, La formación de los conocimientos científicos en los estudiantes, Editorial Academia, La habana, 1999.
- 46- Tippens P., Física, conceptos y aplicaciones, Mac Graw Hill, México, 1993.
- 47- Valdés P y Valdés R., Tres ideas básicas de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. Editorial Academia, La Habana, 1999
- 48- Valdés P y Valdés R., Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas, Enseñanza de las Ciencias,17 (3), 1999b.
- 49- Varona E. J., Escritos de Educación y Enseñanza. Ediciones UNESCO, La Habana, 1960.
- 50- Vázquez J., Actualización del curso de Física Nuclear para la formación de profesores de Física, ISPEJV, La habana, 2000.
- 51- Virgil O. y Seuret D., La Física del mundo que nos rodea, Editorial Ciencia y Técnica, 1983.
- 52- Walker J., La Feria ambulante de la Física, Editorial Lamusa, México, 1979.
- 53- Wegener G., Diseño, Universidad e Industria, Revista Trilogía, No. 20, Instituto Profesional de Santiago, Chile, 1992.
- 54- Wilson J., Física con aplicaciones, Editorial Interamericana, 1985.
- 55- Zebrowski E., Física: un enfoque para técnicos, Editorial Calipso, 1984
- 56- Zeta Multimedia, Cómo funcionan las cosas, CD ROM, 1995.

## **ANEXO 1: Programa de la asignatura**

**ASIGNATURA: FÍSICA DE LOS PRODUCTOS**

**CARRERA: DISEÑO INDUSTRIAL**

**DISCIPLINA: FACTORES TÉCNICOS**

**AÑO ACADEMICO: TERCERO**

**SEMESTRE: PRIMERO**

### **OBJETIVOS GENERALES**

Objetivos educativos:

- Contribuir a la formación en el estudiante de una concepción científica del mundo, demostrando su materialidad y cognoscibilidad a través del sistema de conocimientos de la Física General, como reflejo de la realidad objetiva, a la luz del Materialismo Dialéctico.
- Contribuir al desarrollo del pensamiento científico del estudiante, que le permita asumir con rigor, espíritu crítico, creatividad y flexibilidad su trabajo como graduado.
- Contribuir a la independencia cognoscitiva del estudiante, que coadyuve a la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades para la solución de los problemas que se le planteen en el desarrollo de su profesión.
- Contribuir a formar en el estudiante un elevado sentido de la responsabilidad, individual y colectiva, sobre la base de los principios éticos de nuestra sociedad, y en particular, de la profesión.
- Contribuir al desarrollo en el estudiante de un pensamiento integrador que le permita enfrentar su labor como egresado con un enfoque interdisciplinar.

Objetivos instructivos:

- Que el estudiante sea capaz de definir, explicar, enunciar y formular los conceptos, leyes y principios del sistema de conocimientos de la Física General.
- Que el estudiante sea capaz de explicar el funcionamiento de determinados productos, así como el por qué de ciertos fenómenos naturales de interés, aplicando los conceptos, leyes y principios de la Física General, pudiendo ser tanto productos previamente vistos en clases, como problemas relativos a situaciones nuevas para ellos.
- Que el estudiante valore la aplicación de los conocimientos físicos a la solución de los problemas del medio ambiente.
- Obtener y utilizar de forma eficiente la información científico técnica correspondiente a la asignatura.

- Exponer sus ideas de forma precisa, por vía oral o escrita, utilizando el vocabulario técnico de la Física.

## **CONTENIDOS**

### Sistema de conocimientos

Fuerza. Centro de gravedad. Conservación del momento lineal. Conservación del momento angular. Trabajo, energía cinética y potencial. Conservación de la energía. Fluidos. Ley de Pascal. Principio de Arquímedes. Hidrodinámica. Movimiento armónico simple, amortiguado y forzado. Resonancia. Ondas. Efecto Doppler. Acústica. Temperatura y calor. Gas ideal. Primer principio de la Termodinámica. Segundo Principio. Procesos termodinámicos. Electricidad. Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Fuerza eléctrica. Potencial eléctrico. Corriente eléctrica. Ley de Ohm. Campo magnético. Fuerza magnética. Campo magnético de un conductor con corriente. Ley de inducción electromagnética. Ondas electromagnéticas. Luz. Reflexión y refracción. Dispersión. Reflexión total. Espejos. Lentes. Instrumentos ópticos. Doble refracción. Polarización. Radiación térmica. Efecto fotoeléctrico. Espectros atómicos. Cuantificación de la energía. Comportamiento ondulatorio de las partículas. El núcleo atómico. Desintegración nuclear. La estructura del universo.

### Sistema de habilidades

Describir los rasgos fundamentales de los fenómenos y establecer su esencia. Definir e interpretar los conceptos. Enunciar las leyes y formularlas en el caso de que intervengan magnitudes. Resolver situaciones problémicas de forma cualitativa: interpretar adecuadamente la información brindada; determinar el tipo de conocimiento que puede ser utilizado; emitir, de ser posible, una hipótesis de trabajo; resolver el problema y expresar los resultados de forma oral o escrita; analizar el resultado obtenido. Trabajar y estudiar de forma individual y colectiva. Utilizar de forma adecuada las fuentes de información. Exponer sus ideas de forma precisa, oral o escrita, utilizando el vocabulario técnico de las asignaturas y apoyándose en los medios auxiliares propios de su profesión.

### Sistema de valores

Actitud inquisitiva. Espíritu crítico ante la labor realizada. Disposición para considerar otros puntos de vista y cambiar los propios. Espíritu de iniciativa y tenacidad. Disposición para el trabajo colectivo. Rigor metódico. Capacidad de innovación. Sensibilidad ecológica. Considerar al hombre como centro de su trabajo. Visión global e integradora de los problemas. Orientación del pensamiento hacia problemas de trascendencia social.

## **TEXTOS BÁSICOS**

- Cómo funcionan las cosas, Z Multimedia, CD ROM, 1995
- Cutnell J. et al: Physics, John Willy and sons, 1995
- Enciclopedia Salvat “Como Funciona”, Barcelona, 1985.
- Enciclopedia World of invention, Mac Grath, EE UU, 1999

- Fishbane et al: Physics for scientists and engineers, Prentice Hill, New Jersey, 1993
- Halliday D. et al: Física para estudiantes de Ciencia e Ingeniería, Edición Revolucionaria, La Habana, 1974.
- Microsoft, Enciclopedia Encarta, 1999
- Perelman Y.: Física recreativa, Editorial Mir, Moscú, 1985.

## **INDICACIONES METODOLOGICAS Y DE ORGANIZACION.**

El Diseñador Industrial tiene ante sí la tarea de proyectar objetos cuyo funcionamiento se basa en principios físicos. El encontrar nuevas soluciones para resolver un problema siempre estará muy ligado a la cultura general que en el campo científico técnico posee el diseñador. Esto sin dudas contribuirá a la realización de obras novedosas y creativas.

El propósito general del curso es precisamente el estudio de los conceptos, leyes y principios de la Física para explicar el funcionamiento de productos y fenómenos naturales de interés. Por tal razón, las tareas docentes contemplarán la solución de situaciones problemáticas de forma cualitativa, relacionadas con el funcionamiento de productos.

El nivel de profundidad corresponde al de un curso introductorio de Física universitaria. Puesto que no se pretende el desarrollo de habilidades de cálculo para resolver problemas cuantitativos, se evitará el uso innecesario de ecuaciones o fórmulas, salvo cuando las relaciones de dependencia entre las magnitudes sean imprescindibles para la comprensión del problema.

Tampoco se persigue desarrollar habilidades de trabajo experimental, de ahí que los tipos de clases sean la conferencia y el seminario. En este último el estudiante expone sus ideas sobre el funcionamiento de equipos, instrumentos o dispositivos como aplicaciones de las leyes y conceptos vistos en conferencias o abordados de manera independiente. También podrá incluir el estudio de algún fenómeno natural de interés. Además, servirán para desarrollar hábitos de búsqueda bibliográfica y habilidades para expresarse utilizando los recursos propios de su profesión, tanto de forma oral como escrita, haciendo uso del uso de medios: pancartas, maquetas y otros.

De acuerdo a la bibliografía existente se sugieren algunas de las posibles aplicaciones de la Física a tratar como temas en los seminarios, a saber:

La navegación a vela, el balistocardiógrafo, el salto con pértiga, la prensa hidráulica, los aerostatos, sustentación de los aviones en el aire, el carburador, el reloj de péndulo, aplicaciones del ultrasonido, la olla de presión, motores térmicos y frigoríficos, funcionamiento de la fotocopidora, el detector de metales, el micrófono, el horno de microondas, el termopar, la cámara fotográfica, la fibra óptica, gafas para corregir defectos en la vista, pantalla de cristal líquido, el microscopio electrónico, la lámpara fluorescente, el polarímetro láser, el efecto invernadero.

En función de las posibilidades, se realizarán demostraciones experimentales en las clases de conferencia, así como la proyección de vídeos didácticos.

En cuanto a la bibliografía se plantean los textos básicos, que recogen los principios de la Física y sus aplicaciones. En tal sentido, la existencia de títulos es aceptable. Para

profundizar se cuenta con los textos complementarios, por lo general enciclopedias, compendios o monografías de temas específicos, como la Acústica, Fotografía, láser, cristales líquidos y otros.

En este sentido, debe prestarse atención al uso de la literatura de divulgación científico técnica, tanto en libros como en revistas especializadas, entre las que tenemos Mecánica Popular, Muy interesante, Scientific American y otras.

## **EVALUACIÓN FINAL**

La asignatura no tiene examen final, por lo que la evaluación se basa en la integración de la evaluación frecuente, correspondiente al trabajo en los seminarios, y los resultados de las evaluaciones parciales.



## **ANEXO 2 Programa analítico de la asignatura**

**ASIGNATURA : FISICA DE LOS PRODUCTOS**

**CARRERA: DISEÑO INDUSTRIAL**

**DISCIPLINA: FACTORES TECNICOS**

**AÑO : TERCERO**

**SEMESTRE: PRIMERO**

**HORAS: 64**

PLAN TEMATICO (horas)

Temas	Conferencias	seminarios	C. prácticas	evaluación	total
I Mecánica y Termodinámica	18	6	2	2	28
II Electricidad y Magnetismo	8	2			10
III Optica y Física Moderna	18	4	2	2	26
Total	44	12	4	4	64

### **OBJETIVOS Y CONTENIDOS POR TEMAS**

**TEMA I: MECANICA Y TERMODINAMICA**

*Objetivos*

Que el alumno sea capaz de:

- Enunciar y explicar las leyes de conservación del momento lineal, momento angular y la energía, definiendo los conceptos asociados.
- Definir y explicar los conceptos y leyes relativos a la Mecánica de los fluidos.
- Definir los conceptos asociados al movimiento oscilatorio y a las ondas, en particular, a la Acústica.
- Enunciar y explicar el primer y segundo Principios de la Termodinámica, así como los conceptos asociados a los mismos.
- Explicar el funcionamiento de productos o el por qué de determinados fenómenos. Mediante los conceptos, leyes y principios de la Mecánica y la Termodinámica al
- Aplicar los conceptos, leyes y principios de la Mecánica y la Termodinámica a la resolución de problemas cualitativos relativos al funcionamiento de productos o a la explicación de fenómenos naturales.

*Contenidos*

Introducción. Fuerza. Leyes de Newton. Centro de gravedad. Momento lineal. Ley de conservación del momento lineal. Movimiento de rotación. Ley de conservación del momento angular. Trabajo mecánico. Energía cinética y potencial de un cuerpo. Conservación de la energía. Fluidos. Ley de Pascal. Principio de Arquímedes. Tensión superficial. Capilaridad. Ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli. Máquinas hidráulicas y neumáticas. Oscilaciones. Movimiento armónico simple, amortiguado y forzado. Resonancia. Ondas. Parámetros de la onda. Efecto Doppler. Acústica.

Ultrasonido. Temperatura y calor. Gas ideal. Ecuación de estado. Primer principio de la Termodinámica. Segundo Principio. Procesos termodinámicos. Motores térmicos y máquinas frigoríficas.

## TEMA II: ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

### *Objetivos*

- Definir, enunciar y explicar los fundamentales conceptos y leyes de la Electricidad y el Magnetismo.
- Enunciar y explicar la Ley de inducción y la interrelación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos.
- Explicar las aplicaciones del Electromagnetismo al funcionamiento de determinados productos o como causa de fenómenos naturales.
- Aplicar los conceptos, leyes y principios del electromagnetismo a la solución de problemas cualitativos relativos al funcionamiento de productos o la explicación de fenómenos naturales

### *Contenidos*

Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Fuerza eléctrica sobre una carga. Potencial eléctrico. Superficies equipotenciales. Corriente eléctrica. Circuitos. Ley de Ohm. El campo magnético. Fuerza magnética sobre una carga en movimiento. Fuerza magnética sobre una corriente. Campo magnético de un conductor con corriente. Campo magnético de un solenoide. Ley de inducción electromagnética. Inductancia. Oscilaciones electromagnéticas. Propiedades magnéticas y dieléctricas de la sustancia. Ondas electromagnéticas. Efecto Doppler.

## TEMA III: OPTICA Y FISICA MODERNA

### *Objetivos*

- Definir y explicar los conceptos y leyes fundamentales de la Óptica geométrica y ondulatoria
- Explicar las aplicaciones de la Óptica a la Ciencia y la Técnica como base del funcionamiento de determinados productos, así como el porqué de fenómenos presentes en la vida cotidiana.
- Definir y enunciar los fundamentales conceptos y leyes de la radiación térmica, el efecto fotoeléctrico, los espectros atómicos y comportamiento dual de las micropartículas, así como explicar algunas de sus aplicaciones.
- Definir y enunciar los fundamentales conceptos y leyes relativas al núcleo atómico y explicar las aplicaciones de la fisión y la fusión como fuentes de energía.
- Explicar las aplicaciones de la Óptica y la Física Moderna al funcionamiento de determinados productos o como causa de fenómenos naturales.
- Aplicar los conceptos, leyes y principios de la Óptica y la Física Moderna a la solución de problemas cualitativos relativos al funcionamiento de productos o la explicación de fenómenos naturales

### *Contenidos*

Luz. Reflexión y refracción. Dispersión. Reflexión total. Espejos planos y esféricos. Lentes delgadas. Instrumentos ópticos. Interferencia y difracción. Doble refracción. Polarización de la luz. Polarizadores. Absorción y difusión de la luz. Radiación térmica. Efecto fotoeléctrico. Espectros atómicos. Cuantificación de la energía. Comportamiento ondulatorio de las partículas. El núcleo atómico. Desintegración nuclear. Fisión u fusión nuclear. El láser y sus aplicaciones. La estructura del universo.

## **SISTEMA DE EVALUACION**

La asignatura no tiene examen final. La evaluación final se basa en la integración de:

Evaluación frecuente en las clases

Evaluación de los 6 seminarios previstos.

Primera prueba parcial, sobre contenidos de los seminarios del tema I.

Segunda prueba parcial, sobre contenidos de los seminarios de los temas II y III.

En cada prueba parcial el alumno deberá responder preguntas correspondientes a temas vistos en seminarios, excluyendo los expuestos por él. Además, la prueba contendrá preguntas en forma de situaciones problemáticas a resolver de forma cualitativa, no tratadas en clases.

## **LITERATURA DOCENTE**

Básica

- Cómo funcionan las cosas, Z Multimedia, CD ROM, 1995
- Cutnell J. et al: Physics, John Wilwy and sons, 1995
- Enciclopedia Salvat "Como Funciona", Barcelona, 1985.
- Enciclopedia World of invention, Mac Grath, EE UU, 1999
- Fishbane et al: Physics for scientists and engineers, Prentice Hill, New Jersey, 1993
- Halliday D. et al: Física para estudiantes de Ciencia e Ingeniería, Edición Revolucionaria, La Habana, 1974.
- Microsoft, Enciclopedia Encarta, 1999
- Perelman Y.: Física recreativa, Editorial Mir, Moscú, 1985.

Complementaria

- Alonso M, Acosta V.: Introducción a la Física, Cultural SA, La Habana, 1960.
- Capetti F.: Técnicas de impresión, Ediciones Don Bosco, Barcelona, 1975
- Clifford M.: Microphones, Tab Books Inc., 1982
- Giancoli D. Physics, principles with applications, Prentice Hill, New Jersey, 1999.
- Gran M. F.: Elementos de Física, Edición Revolucionaria, La Habana, 1974
- Kittel Ch. et al: Mecánica, Edición Revolucionaria, 1969
- Lansberg G. S.: Óptica, Editorial Mir, Moscú, 1983
- Langford M.: Enciclopedia completa de la fotografía, H. Blume, Madrid, 1983
- Ojotin V. et al: Fundamentos de Termotecnia, Editorial Mir, Moscú, 1988
- Pérez M. J.: Compendio práctico de Acústica, Editorial Labor, Barcelona, 1969
- Pikin S. Blinov L.: Cristales líquidos, Editorial Mir, Moscú, 1985
- CSIC, Introducción a los sensores. Madrid, 1988.

- Resnick R. y Halliday D.: Física para estudiantes de Ciencia e Ingeniería, Edición Revolucionaria, La Habana, 1974.
- Sears F. W.: Fundamentos de Física, Edición Revolucionaria, La Habana, 1967.
- Tarásov L.V.: Les presentamos los láseres, Editorial Mir, Moscú, 1990
- Tiplens P., Física, conceptos y aplicaciones, Mac Graw Hill, México, 1993.
- Van Digen F. S. G.: Mecanización neumática, Madrid, 1981
- Walker J.: La Feria ambulante de la Física, Editorial Limusa, México, 1979
- Wilson J. Física con aplicaciones, Editorial Interamericana, 1985.
- Yavorsky B. M., Pinski A. K.: Fundamentos de Física, Editorial Mir, Moscú, 1983
- Zebrowski E., Física: un enfoque para técnicos, Editorial Calipso, 1984
- Zhdanov L.: Manual de Física, Editorial Mir, Moscú, 1980

**ANEXO 3 Orientación para las tareas del seminario correspondiente al subtema de Mecánica del sólido**

No.	Tarea	Bibliografía
1	Navegando a vela contra el viento (Descomposición y suma de fuerzas)	Perelman, Física recreativa, tomo 2, (CI) Enciclopedia Como Funciona (BNCT) Giancoli, Physics and applications (BNCT) Gran, Física general, Tomo 1, (CI)
2	Rodando en Marte (Centro de gravedad. Par de fuerzas)	Mecánica Popular, julio 1996 (CI)
3	El balistocardiografo (Conservación del momento lineal)	Cromer, Física para las ciencias de la vida (BNCT) Cutnell, Physics (BNCT)
4	El helicóptero (Conservación del momento angular)	Wilson, Física con aplicaciones, (BNCT) Como funcionan las cosas, (BNJM) CD ROM Enciclopedia Encarta 99 (CI) CD ROM Como funcionan las cosas (CI)
5	El salto con pértiga (Conservación de la energía mecánica)	Kittel, Mecánica, (CI) Ward, Pole Vaulting (CI) Giancoli, Physics and applications (BNCT)

**Nota:** CI: Centro de Información del Instituto, BNCT: Biblioteca Nacional de Ciencia y Técnica, BNJM: Biblioteca Nacional José Martí, SCI: Situado en el Centro de Información.

## ANEXO 4: Relación de tareas propuestas para los seminarios

### Tema I: Mecánica y Termodinámica

Seminario 2	Problemas	Fundamentos físicos
	La prensa hidráulica	Ley de Pascal
	Los aerostatos	Ley de Arquímedes
	Sustentación de los aviones	Sustentación dinámica
	Funcionamiento del carburador	Ecuación de Bernoulli
	La fabricación de perdigones	Tensión superficial
Seminario 3	El reloj de péndulo	Oscilaciones Automantendidas
	El sonar	Acústica
	Medidor de flujo sanguíneo	Efecto Doppler
	La olla de presión	Transformaciones de fase
	El refrigerador	Procesos termodinámicos

### Tema II: Electromagnetismo

Seminario 4	Problemas	Fundamentos físicos
	La fotocopidora	Electrostática
	El detector de metales	Inducción electromagnética
	El micrófono	Piezolectricidad e inducción
	El horno de microondas	Dieléctricos
	El termopar	Fenómeno de contacto

### Tema III: Óptica y Física moderna

Seminario 5	Problemas	Fundamentos físicos
	Los hornos solares	Reflexión
	La cámara fotográfica reflex	Refracción y reflexión
	La fibra óptica	Reflexión total
	Gafas para defectos en la vista	Teoría de las lentes
	Pantalla de cristal líquido	Polarización
Seminario 6	Calentamiento global terrestre	Radiación térmica
	El microscopio electrónico	Dualidad del electrón
	La lámpara fluorescente	Espectros atómicos
	El polarímetro láser	Actividad óptica, láser
	El reactor nuclear de fisión	Fisión nuclear

**Nota:** No incluye las tareas del seminario No.1 por ser abordadas en el anexo anterior

## ANEXO 5: Relación de propuestas de tareas para la asignatura

### Tema I: Mecánica y Termodinámica

Subtema	Problemas
<b>Mecánica del sólido</b>	Anemómetro Hovercraft Sistema de guía inercial de los aviones
<b>Mecánica de los fluidos</b>	Amortiguador Barcos Detergente Gotero Hidroala Indicador de ácido de batería
<b>Acústica</b>	Estetoscopio Ecografía Limpieza ultrasónica Medidor de flujo sanguíneo Medidor ultrasónico de espesores
<b>Termodinámica</b>	Aspiradora Calentador solar Control de navegación de autos Higrómetro Termostato Spray

### Tema II Electromagnetismo

Subtema	Problema
<b>Electrostática</b>	Detector de humo Electrocardiografía Impresora Láser Impresora de chorro de tinta Limpiador electrostático de polvo Blindaje eléctrico
<b>Campo magnético</b>	Electroimán Hookmeter Micrófono cancelador de ruido Motor eléctrico Relay Timbre eléctrico Tren de levitación magnética
<b>Corriente eléctrica</b>	Bombillo de Flasheo Cocina eléctrica Encendedor de lámpara fluorescente Lámpara incandescente Plancha eléctrica

<b>Inducción magnética</b>	Sismógrafo Altavoz Bobina de inducción Cabezal de grabadora Cocina de inducción Generador de corriente Horno de inducción
<b>Ondas electromagnéticas</b>	Mando a distancia Pistola de control de velocidad Radar Radiotelescopio

<b>Subtema</b>	<b>Problema</b>
<b>Óptica geométrica</b>	Endoscopio Espejo de maquillaje Espejo de seguridad Lector de CD Periscopio Tipo de telescopios
<b>Óptica ondulatoria</b>	Anteojos polaroides Filtros de fotografía
<b>Radiación térmica</b>	Visión nocturna infrarroja
<b>Física Atómica</b>	Aparato de RX Tomografía axial computadarizada
<b>Física Nuclear</b>	Medición de tiempo por $C^{14}$

**Nota:** Esta relación recoge solamente *algunas* de las tareas posibles de la asignatura. El propio trabajo metodológico, la búsqueda bibliográfica y la aparición de nuevas aplicaciones, la irá enriqueciendo y renovando paulatinamente.