

La Habana, 2003  
Encuentro Internacional de Escuelas de Diseño

**Título:** Física y diseño

**Autor:** Antonio Berazaín Iturralde

Instituto Superior de Diseño/ISDi, Cuba

### 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.

Desde su fundación, en el Instituto Superior de Diseño Industrial (ISDI), y en específico, en el Departamento de Diseño industrial, ha sido preocupación constante la elaboración de un currículum que permita satisfacer el encargo social asignado, por demás, cada vez más exigente. Este empeño se ha reflejado, por ejemplo, en los Encuentros Internacionales de Diseño, que con carácter bienal organiza la Oficina Nacional de Diseño Industrial (ONDI), o los propios Encuentros Internacionales de Escuelas de Diseño, 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 habilidades, actitudes y valores de interés para la profesión. (Berazaín 2000)

Al no existir experiencia en cuanto a la enseñanza de la Física para diseñadores, la mayor preocupación desde un inicio ha sido 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 se verificaba 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 a situaciones nuevas y un sistema de evaluación de naturaleza reproductiva. (Berazaín 2000b)

A partir del curso 98-99 el trabajo científico metodológico ha estado dirigido a establecer un programa y una metodología de trabajo para la asignatura Física de los Productos que supere las deficiencias detectadas y coadyuve a una mejor preparación del futuro egresado.

Tres ideas metodológicas han animado este trabajo (Berzaín 2000b) :

El enfoque profesional de las asignaturas en la Educación Superior.

El aprendizaje de la Física como actividad investigadora.

La dirección del proceso de enseñanza a través del sistema de tareas.

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) De ahí que el primer paso haya sido la comprensión del modo de actuación del diseñador industrial, así como de sus rasgos esenciales.

El diseñador industrial

El diseñador industrial es un profesional 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) En otras palabras, el objeto de trabajo del diseñador 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)

Tal quehacer profesional determina un conjunto de habilidades generales, capacidades, actitudes y valores que caracterizan al diseñador industrial (Departamento de Diseño Industrial 1999): 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; capacidad de innovación; flexibilidad ante el cambio; actitud crítica y autocrítica; considerar al hombre en el centro de su trabajo; visión holística y pensamiento integrador; espíritu de cooperación e interdisciplinariedad; sensibilidad ecológica; capacidad de comunicación.

Al respecto, varios 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); "El Diseño es creación, es lo nuevo que puede manifestarse ya sea, a través de aspectos formales relativos a la apariencia del producto... como también, por medio de sus elementos estructurales, o sea, su configuración interna" Wegener (1992)

Por otra parte, 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)

Ampliando esta caracterización, observamos que la labor del diseñador tiene carácter interdisciplinar, colectivo, dado por la multitud de factores que inciden en el proceso de diseño. Bürdek (1994) considera que: "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".

Pero la demanda del trabajo en equipo plantea la condición de comunicarse. Esto requiere no sólo de conocimientos, sino también la capacidad de hacerlo, ya sea a través de la escritura o de forma oral. Tanto es así que Dormer (1993) estima que la comunicación es el corazón del diseño industrial.

No puede dejarse de abordar la condición humana del diseñador. Al respecto, Peña (2000) opina: "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. Que posea un compromiso con el hombre y la sociedad. Que considere al hombre como centro de toda solución".

Hoy se propugna por un diseño ecológico, de respeto y conservación del ambiente. Montellano (1999) considera como un aspecto esencial en la valoración de un producto su relación con el entorno. "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)

Finalmente, ¿cómo actúa el diseñador? 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)

A fin de esclarecer las restantes ideas metodológicas del trabajo, es imprescindible dar una breve mirada a la situación de la enseñanza-aprendizaje de la Física, y las Ciencias en general, en las condiciones contemporáneas.

La enseñanza-aprendizaje de las Ciencias

En los últimos años se ha venido realizando un esfuerzo en el campo de la Didáctica de las Ciencias a fin de aclarar las causas de las dificultades que confrontan los estudiantes en el aprendizaje de las Ciencias y establecer cambios que superen esta situación. 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 y Valdés 1996, Valdés y Valdés 1999, 1999b) De modo que el aprendizaje de las Ciencias supone la adquisición de ciertos conocimientos y habilidades, pero también determinada experiencia en la actividad científico-investigativa, de actitudes y valores.

Una de las corrientes innovadoras más prometedoras es la aproximación del aprendizaje de las ciencias a la actividad científico investigadora (Gil y Valdés 1996, Valdés y Valdés 1999, 1999b) Por otro lado, para la efectiva dirección del proceso por parte del profesor es necesario un sistema de tareas o programa de actividades, cuidadosamente elaborado, capaz de estimular y orientar adecuadamente a los estudiantes.

Junto al sistema de tareas, por supuesto, es necesaria la interacción profesor-estudiante, que permite precisar o resaltar determinadas cuestiones, proporcionar ayudas pertinentes, regular el grado de independencia, evaluar el aprendizaje de los alumnos, etc.

Para concluir, podemos señalar que la enseñanza de las Ciencias puede coadyuvar a la formación de actitudes y valores, como son (Nieda y Macedo1997, Valdés y Valdés 1999): la flexibilidad intelectual; actitud inquisitiva; curiosidad frente a un fenómeno nuevo; 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 enfrentarse a situaciones cambiantes y problemáticas; orientación del pensamiento hacia problemas de trascendencia social.

#### Contribución de la enseñanza de la Física a la formación del diseñador industrial

El análisis del modelo del especialista permite resumir la relación de la actividad profesional del diseñador industrial con un curso de Física en los siguientes tres aspectos (Berzaín 2002, 2002c):

El diseñador industrial tiene la tarea de proyectar objetos cuyo funcionamiento se basa en principios físicos.

El proceso de diseño es un proceso de solución de problemas.

El diseñador se caracteriza por su creatividad, pensamiento integrador, espíritu de cooperación, sensibilidad humana, sentido ecológico y capacidad de comunicación.

De manera que la Física de los Productos, en tanto asignatura de Ciencias, deberá aportar al estudiante:

Un sistema de conocimientos.

El desarrollo de habilidades importantes para su profesión.

Contribuir a la formación de actitudes y valores.

El sistema de conocimientos se estableció en concordancia con el entorno objetual que rodea al diseñador industrial en su quehacer. Tal sistema abarca conceptos, modelos, principios y leyes que comprenden las distintas partes de la Física: Mecánica, Mecánica de los fluidos, Oscilaciones y ondas, Termodinámica, Electromagnetismo, Óptica y la llamada Física Moderna. Nosotros defendemos el criterio de dar una visión de toda la Física General puesto que hoy día toda esta presente en el ambiente cotidiano.

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. Figura 1

Contenido	Productos	Conocimientos aplicados
Mecánica	jarra de agua centrífuga de lavadora	centro de gravedad fuerza centrípeta
Física Molecular	olla de presión refrigerador	transformaciones de fase procesos termodinámicos
Electromagnetismo	plancha eléctrica cocina de inducción	resistencia eléctrica inducción electromagnética
Óptica	espejo de maquillaje gafas de sol	reflexión de la luz polarización de la luz
Física Moderna	lámpara fluorescente equipo de CD	cuantificación de la energía láser

Obsérvese que no hemos desligado los conocimientos de las aplicaciones prácticas, con lo que queremos subrayar la importancia que le concedemos en la concepción de la asignatura.

De modo que la apropiación de los conocimientos físicos propicia al diseñador la realización de tareas propias de su profesión, tales como:

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.

En efecto, 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.

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: (Berazaín 2000b)

Lógicas. Están relacionadas con los elementos del conocimiento. Se refiere, por ejemplo, a que los estudiantes adquieran la capacidad de definir e interpretar los conceptos y modelos, describir y explicar los fenómenos, enunciar las leyes o principios, entre otros.

Relacionadas con la resolución de problemas cualitativos, es decir, problemas que se resuelven mediante deducciones lógicas, apoyadas sólo en los aspectos cualitativos de las leyes, y en los que la solución no es un valor numérico (Sifredo 1999)

Habilidades docentes generales, relacionadas con la adquisición y procesamiento de la información. Se refiere a habilidades relativas a las capacidades de estudio y trabajo de forma individual y colectiva; así como para la obtención de la información contenida en libros, revistas u otras fuentes.

Habilidades relativas a la comunicación oral y escrita. Se refiere a la capacidad de poder exponer sus ideas de forma oral, utilizando los medios auxiliares propios de su profesión, de elaborar informes, utilizando el vocabulario técnico apropiado.

Estas habilidades revisten un alcance particular, pues la obtención de información es decisiva en el trabajo del diseñador, ya que los problemas a los que se enfrenta en su vida profesional son muy diversos, y cada uno requiere una fase de familiarización y conocimiento. Además, dado el carácter colectivo e interdisciplinar de su trabajo, requiere comunicarse con otros especialistas.

Mención aparte merece la habilidad relacionada con la resolución de problemas, tan vinculada al 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 y Valdés 1996, Berazaín 1997), 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 y Valdés 1996, Berazaín 1997, Valdés y Valdés 1999) en los que el propio estudiante debe acotar las condiciones de resolución, la búsqueda de datos, la formulación de hipótesis, etc. 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. Por supuesto, el trabajo con problemas abiertos es complejo y el docente debe dosificarlo en su justa medida, alternando con los problemas de enunciado tradicional.

Por último, la Física, como Ciencia, debe contribuir al desarrollo de un conjunto de aptitudes y valores, tales como: la creatividad, la flexibilidad ante el cambio, la actitud crítica y autocrítica, el considerar al hombre como centro de su trabajo, pensamiento integrador, espíritu de cooperación y sensibilidad ecológica. Por ejemplo, la orientación del pensamiento hacia problemas de trascendencia social puede abordarse mediante el estudio de productos como la olla de presión o el esfigmomanómetro; la sensibilidad ecológica a través del análisis de productos como el colector solar, la turbina eólica o fenómenos como el calentamiento global.

El programa de la asignatura Física de los Productos

De acuerdo a los aspectos analizados del modelo del especialista, las tendencias de la Didáctica de la Física y la posible contribución de la Física a la formación del diseñador industrial se elaboraron los objetivos generales de la asignatura, tanto de carácter educativo como instructivo. El propósito fundamental es brindar 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 habilidades, actitudes y valores importantes para la profesión.

Para confeccionar el programa (Dpto. de Diseño Industrial 2000) se tuvieron en consideración dos precedencias importantes: el curso de Física Elemental de la Escuela Media y la asignatura Matemáticas que se imparte el primer año, y que fija el nivel matemático en lo que pudiéramos llamar Matemática Elemental. Otro aspecto importante es el fondo de tiempo asignado (64 horas) y la ubicación dentro del plan de estudio, en este caso en el primer semestre del tercer año, integrando la Disciplina Docente Factores Técnicos, en la que siguen tres asignaturas más: Mecánica Teórica, Estructuras y Resistencia de los Materiales y Mecanismos. (Berzaín 2001)

Además es importante destacar las características del tipo de alumno que matricula esta carrera, a la que se accede luego de rigurosas pruebas de aptitud, lo cual garantiza un estudiantado con elevada motivación, de alta disposición a aprender y un buen nivel de independencia en su preparación.

Teniendo en cuenta lo anterior dividimos la asignatura en tres temas cuyos contenidos y objetivos por temas se precisan en el programa:

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.

Aunque puede parecer un curso convencional de un semestre, éste se caracteriza por centrar la atención en las aplicaciones, tendencia que por demás se aprecia en muchos textos. (Wilson 1983, Zebrowski 1984, Giancoli 1991, Fishbane 1993, Tippens 1993, Cutnell 1995)

Las formas de organización de la docencia que se utilizan, en correspondencia con los objetivos del curso serán: la clase, la autopreparación y la consulta. Referente a las clases, se prevén tres tipos: la conferencia, el seminario y la clase práctica.

Por razones quizás históricas, es común asociar la conferencia a una actividad docente absolutamente teórica (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. Para ello es importante valorar la experiencia que sobre esos aspectos poseen los estudiantes

En el seminario los estudiantes expondrán los resultados del estudio independiente de un tema propuesto desarrolla mediante la presentación de ponencias por los equipos y entrega de un informe. Esto contribuye a desarrollar el trabajo colectivo, así como la comunicación oral. Los temas de los seminarios deben lustrar lo mejor posible las aplicaciones de la Física en el diseño de productos. La exposición del tema debe apoyarse en los medios propios de su profesión, o sea: pancartas, láminas, maquetas, entre otros. (Berzaín 2002b)

La clase práctica servirá para la resolución de tareas en el aula sin introducir nuevos fundamentos teóricos. Por otra parte, las clases prácticas se realizan previas a las evaluaciones parciales, a fin de consolidar conocimientos y habilidades. De manera que la distribución del plan temático queda según: Figura 2

Temas	Conferencias	seminarios	C. prácticas	evaluación	total
I Mecánica y Termodinámica	18	6	6	2	32
II Electricidad y Magnetismo	6	2	2		10
III Óptica y Física Moderna	12	4	4	2	22
Total	36	12	12	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.

En cuanto al sistema de evaluación, la asignatura no tiene examen final, por lo que el sistema de evaluación descansa en la evaluación frecuente y parcial. Se realizan dos pruebas parciales en el curso, que barren todo el contenido impartido. El propósito es que el estudiante demuestre que es capaz de transferir los conocimientos y habilidades, manifestando un nivel de apropiación productivo. Esto, unido a los resultados de las ponencias presentadas en los seminarios y la participación en las clases prácticas, conforman la calificación final del estudiante.

En particular, la evaluación en el seminario tiene en cuenta los siguientes puntos: fundamentación teórica; claridad de la exposición y dominio demostrado; medios empleados; ampliación del tema; ajuste al tiempo asignado y calidad del informe escrito.

#### El sistema de tareas

El contenido se organiza a través de un sistema de tareas que conduce que los alumnos desarrollen acciones propiamente de aprendizaje bajo la dirección efectiva del profesor. Deben estar diseñadas de acuerdo a cierta lógica interna, según los objetivos planteados y en correspondencia con las características de los estudiantes.

De modo que el sistema de tareas debe en lo fundamental propiciar la resolución de problemas. Nos interesa destacar aquí precisamente este tipo de tarea. Los problemas, debido a las limitaciones de tiempo disponible para la asignatura y de formación matemática de los

estudiantes, tendrán, como ya se mencionó, un carácter eminentemente cualitativo. Algunos son problemas de enunciado "abierto", lo cual como ya se mencionó resulta muy conveniente ya que en definitiva, los problemas que se presentan en la vida profesional son abiertos.

Otros son pequeñas tareas de investigación. Los problemas, y las tareas en general, serán relativos a aplicaciones de la Física en un contexto de interés para el diseñador industrial, 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 se presta especial interés a las relacionadas con el medio ambiente y su conservación. Además, las tareas deben propiciar el trabajo colectivo. Estos problemas fueron tomados de textos o creados por el propio autor. (Berazaín 2003b)

La resolución de los problemas cualitativos conlleva a la realización de acciones propias de la actividad científico-investigadora, como son: el acotamiento de las condiciones de solución, la formulación de hipótesis, diseño de estrategias de solución, elaboración de informes, la comunicación de conclusiones, etc.

Sin pretender hacer una clasificación definitiva de los problemas, hemos adecuado la tipología a las particularidades del curso, de ahí que existan tareas para:

Introducción de nuevos conocimientos en las conferencias. Son problemas que se caracterizan por despertar interés y motivación, al mismo tiempo de representabilidad de los conceptos y principios que se van a estudiar.

Aplicación de los conocimientos en las conferencias. En la medida que se introducen conceptos, magnitudes y leyes, la resolución de estos problemas cualitativos muestra la aplicación de los mismos. Una norma de trabajo en este curso es lograr una correspondencia biunívoca entre los conocimientos y sus aplicaciones. De modo que cada elemento del conocimiento se refleja en una aplicación concreta. Estas aplicaciones son en lo fundamental relacionadas con el funcionamiento de productos o la explicación de fenómenos naturales de interés.

Ponencias de seminarios. Puesto que durante el seminario el estudiante debe presentar un reporte por escrito sobre la tarea realizada, a la vez que debe exponerlo frente al grupo, estas tareas deben contar con el apoyo bibliográfico necesario, no sólo de textos sino también revistas o multimedias en CD-ROM (Cómo funcionan las cosas, 1995, Enciclopedia Encarta) Tendrán por lo tanto, un cierto grado de complejidad; algunas son como pequeñas tareas de investigación.

Clases prácticas. Puesto que las clases prácticas están programadas luego de la realización de las conferencias y los seminarios, y dedicadas a la solución de problemas, estos tendrán un carácter de generalización e integración.

Autopreparación. Unido a lo anterior estarían las tareas para la autopreparación de los estudiantes, que contendrían de todas las ya mencionadas.

Evaluaciones parciales. Como se mencionó más arriba, son dos evaluaciones parciales, cada una con tres preguntas, a saber:

Una tarea de las ya vista en los seminarios.

El funcionamiento de un producto, que existe en el mercado, no visto en clase.

Propuestas de aplicaciones de un concepto o ley para resolver una necesidad dada.

Hay que decir que la experiencia en este tipo de evaluación ha sido muy provechosa, teniendo en cuenta la calidad de las respuestas y la aceptación de los estudiantes por este tipo de pregunta.

Algunos ejemplos de problemas cualitativos

En el curso de Física de los Productos la resolución de problemas cualitativos constituye un elemento esencial, tal y como se ha señalado previamente. En ese sentido se ha acopiado un conjunto de problemas, básicamente de aplicaciones, en los que se presentan regularidades de interés.

Hay casos en los que se resuelve una situación, en la que se aplica un determinado concepto y el resultado obtenido de por sí sirve de solución para otros problemas. Por ejemplo, con la suma y descomposición de fuerzas se resuelve el problema del arco de piedra. Pero asumiendo las características de resistencia de esta estructura sirve para resolver otros problemas de aplicación, como son:

Los fondos de las botellas de champaña o sidra, así como algunos sprays tienen forma de bóveda. Proponga una explicación.

Un bombillo incandescente está sometido a altas diferencias de presión, sin embargo sus paredes están hechas de vidrio relativamente frágil. Explique

Otro caso es que una misma solución se observa en situaciones distintas:

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

¿Cómo funciona la hélice del molino de viento o de la turbina eólica?

La cometa o papalote es un juguete prácticamente universal ¿Cómo es posible explicar su vuelo?

En este caso la discusión, propiciada por el profesor, es imprescindible, llamando la atención sobre lo común y diferente en cada problema.

En ocasiones se presentan varias aplicaciones de un mismo concepto. Por ejemplo, el concepto de 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 ¿Cómo diseñar una jarra óptima en tal sentido?

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

A todos nos ha llamado la atención esos adornos que se apoyan sobre un punto y no caen. Explique su funcionamiento.

O de una ley, como es la conservación del momento lineal:

La experiencia demuestra que al disparar un fusil, la salida de la bala provoca un "culateo" del mismo. Fundamente por qué.

¿Cómo puede moverse un cohete en el espacio?

Es común en los jardines un aspersor de agua. Explique y fundamente su funcionamiento.

Otros problemas se refieren a situaciones físicas concretas, por ejemplo:

Explique por qué el record mundial de salto alto pudo avanzar casi 20cm en los últimos 35 años.

Explique por qué en el diseño de un mueble es necesario considerar la conductividad térmica del material.

Otras pueden tener un carácter más amplio, en cuanto a la necesidad de búsqueda bibliográfica:

Investigue acerca de las aplicaciones del ultrasonido

Investigue sobre las aplicaciones del láser en Medicina

Hay un tipo de problema, que exige un cierto nivel de creatividad, pero que se adecua muy bien al tipo de estudiante de esta carrera. Es aquel problema relacionado con propuestas de aplicaciones de un concepto o ley para resolver una necesidad dada. Entre ellas, se tiene:

Diseñe un vibrador para peceras

Diseñe un dispositivo para medir la densidad de un líquido bajo el concepto de que debe ser introducido en el mismo.

Diseñe un cautín para soldar basado en el concepto de inducción electromagnética

Diseñe una balanza basada en la polarización de la luz

Es de señalar que las respuestas a estas preguntas han sido sumamente interesantes y prueban el nivel de creatividad de estos alumnos.

Otra vía útil de agrupar los problemas que se utilizan es por el contexto en que están enmarcados. Por ejemplo:

Relacionados con el deporte:

El bungee cord es un nuevo deporte que consiste en lanzarse con una cuerda elástica atada a los pies. Haga un análisis energético del salto

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.

Si vamos en la bicicleta, en línea recta sin tocar el timón, basta una pequeña inclinación del cuerpo hacia un lado para que la rueda gire ¿por qué?

Relacionados con el arte:

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

La guitarra eléctrica permite amplificar el sonido de la cuerda sin caja de resonancia. Fundamente sobre la base de la inducción electromagnética.

Relacionados con la cuestión medioambiental:

Un grave problema medioambiental es el calentamiento global. Explique.

Como parte de la política ambientalista que llevan a cabo los gobiernos se ha extendido el uso de los colectores solares. Explique su funcionamiento.

Como parte de las acciones para conservar el medio ambiente se utilizan en las industrias el llamado precipitador electrostático o limpiador electrostático de polvo. Investigue su funcionamiento.

Relacionadas con la seguridad del hombre:

En las carreteras observamos que en las curvas existe un ángulo de inclinación llamado peralte. Explique por qué esto es necesario.

Los autos de más avanzadas tecnologías utilizan el airbag cómo sistema de protección. Explique y fundamente su funcionamiento

Relacionados con el bienestar del hombre:

La olla de presión es un artículo de uso doméstico que permite ahorrar tiempo y combustible en el proceso de cocción de los alimentos. Fundamente su funcionamiento.

En los últimos años existe en el mercado un tipo de cocina que el contacto de la mano no produce calor, sin embargo un recipiente metálico se calienta. Proponga una explicación a su funcionamiento.

Relacionados con la Medicina:

El esfigmomanómetro se utiliza para medir la presión arterial. Explique su funcionamiento.

Recientemente se ha colocado en el mercado un termómetro infrarrojo para medir la temperatura de las personas, al colocarse en el oído. Investigue su funcionamiento.

Así, pueden plantearse otros contextos, por ejemplo: objetos ornamentales (elementos del llamado arte cinético), aplicaciones en la técnica (reguladores bimetálicos), comunicaciones (fibra óptica), investigaciones científicas (microscopio electrónico), militares (avión invisible) y otras.

Un texto para Física de los Productos

Para el mejor desempeño de la asignatura se hacía necesaria la existencia de algún material bibliográfico escrito para esta carrera, ya que, aunque existen numerosos libros de Física, ya sea por su nivel matemático o por su perfil no se adecuan totalmente a los requerimientos de Física de los Productos. Tal texto debería cumplir las siguientes particularidades (Berazaín 2003):

Que facilite la autopreparación del estudiante.

Que aborde los contenidos del programa.

Que incorpore las tareas propuestas.

Que utilice el lenguaje matemático apropiado.

Que pueda ser utilizado en las pruebas parciales.

Que posea un adecuado nivel de actualidad.

Por tal razón, y teniendo en cuenta estas características, se elaboró un texto, estructurado en seis secciones: Mecánica, Fluidos, Ondas y Termodinámica, Electromagnetismo, Óptica y Física Moderna, que coinciden con la organización de los seminarios.

Se incluyen un total de 95 fotos, 100 gráficos y 5 tablas. Las fotos son extraídas de varias multimedias (Halliday 1994, EDUMAT 1997, Encarta 2002). Los gráficos provienen en su mayoría de (Halliday 1994) y fueron procesados para cambiar los textos del inglés al español. Hay un número suficiente de casi 200 tareas, con el estilo ya explicado anteriormente y por lo general ilustradas. Esto garantiza la ejecución de una parte importante del trabajo independiente del estudiante.

También forma parte del material un anexo que contiene:

Pasos para la resolución de problemas.

Sistemas de conocimientos.

Bibliografía general.

Los sistemas de conocimientos detallan todas las leyes y conceptos que se utilizan en el curso. Esto resulta una ayuda inapreciable al estudiante, toda vez que precisa el contenido teórico de la asignatura. Para fijar ideas, se ejemplifica con el sistema de conocimientos correspondiente a Fluidos: Figura 3

Temas	Leyes	Conceptos
Hidrostatica	Ley de Pascal Fórmula barométrica Principio de Arquímedes	Fluido, presión, densidad de masa, fluido incompresible, viscosidad, presión hidrostática, manómetro, presión atmosférica, Fuerza de empuje
Hidrodinamica	Ecuación de continuidad Ecuación de Bernoulli	Línea de corriente, régimen estacionario, turbulencia, gasto, movimiento del fluido viscoso
Fenómenos de superficie		Tensión superficial, energía de superficie, mojadura, capilaridad, ángulo de contacto, menisco

### Conclusiones

Después de varios años de labor científico metodológico, la asignatura Física de los Productos para la carrera de Diseño Industrial posee un programa y una metodología de trabajo elaborados bajo un enfoque profesional a fin de lograr una adecuada contribución a la formación del futuro egresado. En tal sentido se dispone de:

Programa debidamente fundamentado

Un sistema de tareas, con aplicaciones a productos, situaciones problemáticas o fenómenos naturales de interés

Texto para los estudiantes en soporte electrónico

Sistema de evaluación adecuado al perfil del diseñador.

Existe una metodología de trabajo, que conjuga las ideas de la enseñanza aprendizaje como actividad investigadora y la dirección a través de un sistema de tareas.

La experiencia docente de estos años arroja buenos resultados por parte del estudiantado, nivel de transferencia a situaciones nuevas y un buen nivel de motivación por cuanto palpan la utilidad de la asignatura para su profesión.

Un paso a dar en el futuro es el establecimiento de un sistema de demostraciones experimentales, aún en fase de implementación.

