

## Problemática y alternativas en la enseñanza de la física

**Héctor G. Riveros Rotgé**

*Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, apartado postal 20-364,  
01000 México, D.F.*

**Víctor Sánchez González**

*Escuela Preparatoria, Universidad Autónoma del Estado de México,  
Avenida Instituto Literario Oriente 100, Toluca, Estado de México*

**Manuel Castro Alvarez y Enrique Cárdenas Pérez Abreu**

*Instituto Tecnológico Regional de Mérida, Mérida, Yucatán*

**María del Pilar Segarra Alberú**

*Laboratorio de Acústica, Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional Autónoma de México, apartado postal 70-646,  
04510 México, D.F.*

**Rebeca Reynoso Angulo**

*Dirección de Apoyo Académico,  
Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica,  
Secretaría de Educación Pública  
(recibido el 16 de diciembre de 1987; aceptado el 19 de mayo de 1988)*

**Nota Editorial.** Este artículo incluye los textos de cinco ponencias presentadas en los simposios de "Enseñanza Media Superior". Estos simposios se llevaron a cabo dentro del XXX Congreso Nacional de Física.

**Editorial note.** This article includes five contributions to the symposia on "Enseñanza Media Superior" (High School Teaching). This symposium took place at the XXX Congreso Nacional de Física.

**PACS:** 01.40.-d; 01.50.Kw; 01.50.Kg; 01.75.+m; 01.40.Gm

## Experimentos y demostraciones en la enseñanza de la física: nivel de enseñanza media y superior

Héctor G. Riveros Rotgé

El papel de los experimentos y demostraciones en un curso de física, está determinado por los objetivos del mismo y por los conocimientos previos de los estudiantes. De entre los muchos objetivos de los cursos de física en la enseñanza media superior quiero hacer énfasis en los relacionados con familiarizar al estudiante con los dispositivos modernos que ahora son parte de nuestro medio ambiente, y la ciencia como método de resolución de problemas no sólo científicos sino tecnológicos o relacionados con la vida diaria. Esto es, además de los conocimientos básicos necesarios para una educación universitaria.

El contenido informativo de un curso de física está dado en los programas convencionales; la parte formativa generalmente no se menciona, excepto como buenos deseos en los objetivos generales citados en la introducción.

Por ejemplo, un programa característico tiene como objetivos generales:

1. Contribuir a la formación del estudiante por medio del conocimiento y manejo del método científico.
2. Que el alumno aplique el método científico para la solución de problemas sobre fenómenos naturales dentro y fuera del laboratorio.
3. Fomentar la creatividad en los alumnos.

Aunque se dice que se quiere lograr, no se dice cómo hacerlo, lo que deja a cada profesor en libertad de aplicar el método que considere más adecuado. Este tipo de objetivos se puede resumir en fomentar el pensamiento independiente del estudiante, que observe, y saque consecuencias de sus observaciones. En otras palabras, las actividades complementarias de analizar y sintetizar, o deducir e inducir, constituyen actividades que se entienden mejor mediante ejemplos concretos. Una manera natural de presentar estos ejemplos es mediante la realización de demostraciones y experimentos. La demostración como medio de motivar una línea de pensamiento y el experimento como medio de responder a una pregunta, y que al mismo tiempo dé origen a otras muchas. Al planificar un curso de física, el profesor escoge las experiencias de aprendizaje que usará en clase. Se prestan diferentes temas para diversas presentaciones utilizando el pizarrón, filminas, películas, demostraciones o experimentos. Es el equipo y los materiales disponibles en los laboratorios, y la imaginación del profesor, los que combinados determinaron qué temas pueden presentarse experimentalmente. El tiempo es otra limitante importante, ya que si

bien lo que se aprende en el experimento difícilmente se olvida, también es un método sumamente lento, y no podría cubrirse el programa establecido.

Una demostración experimental suele ser un excelente medio de introducir o aclarar conceptos, si se aprovechan las preguntas que surgen entre los presentes como motivación de una discusión más completa. También se le puede aprovechar para zanjar una discusión. La formación de imágenes reales mediante un espejo parabólico, o aprovechando la reflexión en una capa de agua girando en un tocadisco, es un espectáculo que difícilmente se olvida. La superficie del agua adquiere la forma parabólica por la acción combinada de la fuerza centrífuga y la de gravedad.

Una demostración que pone de manifiesto las diferentes aceleraciones que sufren los objetos de masas diferentes cuando chocan, puede hacerse con una pelota de ping-pong y una de hule macizo. Si se dejan caer simultáneamente, la pelota de ping-pong encima de la de hule macizo, la velocidad de rebote de la pelota de ping-pong puede ser hasta 3 veces mayor que la velocidad de la de hule macizo.

El diseño de un experimento que proporciona la información necesaria para contestar una pregunta o resolver un problema, requiere que el estudiante sintetice los conocimientos que adquirió en diferentes materias, y por lo tanto, le ayuda a adquirir una visión unificada de la física. Aunque se suponga que un experimento sea únicamente de electricidad, también se afectan o utilizan propiedades mecánicas, térmicas, químicas, etcétera, de los materiales y equipo utilizado. Esto hace que el diseño de un experimento sea una actividad multidisciplinaria. Para realizar un experimento se tiene que aprender a manejar instrumentos, leer manuales y entender sus ventajas y desventajas.

Existen problemas cuando se trata de "inducir" alguna ley física de los resultados de un experimento. No porque no se pudo hacer, sino porque generalmente el alumno espera que sus resultados coincidan con los predichos por las fórmulas correspondientes. Suele olvidarse que toda medida tiene incertidumbre, y le cuesta trabajo una estimación realista de la misma. Sólo cuando esto se hace se encuentra acuerdo entre teoría y experimento. A veces, el deseo de obtener este acuerdo le induce a modificar resultados para obtener los valores predichos por el modelo utilizado. Desgraciadamente, es más sencillo plantear un experimento para "demostrar" una ley, que encontrar un problema que se pueda resolver con los escasos conocimientos de un estudiante de bachillerato y el equipo básico de los laboratorios de enseñanza. En muchos casos, el profesor considera que el objetivo del laboratorio es demostrar las leyes de la física, desperdiciando los aspectos formativos de análisis de posibilidades y de síntesis de resultados, asociados al diseño de experimentos para contestar preguntas específicas. Preguntas tales como si cierto alambre de cobre puede utilizarse en la construcción de una balanza de Cavendish, o si un dispositivo basado en la recolección de gotas cargadas puede utilizarse como generador de alto voltaje, pueden contestarse mediante un experimento. El número de preguntas que pueden hacerse sólo está limitado por la imaginación del profesor. No hay nada que estimule tanto al estudiante que darle el máximo de libertad en el diseño de

su experimento. Libertad limitada por los riesgos a su integridad personal y/o del equipo utilizado.

En resumen, la planeación de experimentos y demostraciones constituye un ejercicio de síntesis y análisis en el que aprenden profesores y estudiantes; fomentando especialmente los aspectos formativos tan difíciles de mostrar en el pizarrón.

## Alternativas en la enseñanza de la física

Víctor Sánchez González

### 1. Introducción

La enseñanza de la física en el nivel medio superior (NMS) enfrenta retos derivados de una muy compleja y diversa gama de fuentes. En ellas se conjugan desde la explosión en la masa estudiantil que para los próximos 4 a 6 años se espera, hasta la búsqueda de una alternativa tecnológica autónoma y viable para México. El insuficiente, en cantidad y preparación, personal docente de la física de hoy deberá proponer vías para enfrentar algo de todo esto.

Creo que dos vías simultáneas de preparar a docentes y estudiantes para enfrentar toda esa problemática está en la elaboración de programas de asignatura con objetivos generales e intermedios, de unidades, claros y alcanzables, más un conjunto de actividades que apunten en esa dirección.

El otro camino, que como dije antes deberá ser recorrido en forma simultánea, son los cursos de formación de profesores. Al respecto, hay mucho que tomar de las conclusiones del Encuentro sobre la Enseñanza de la Física en el Nivel Medio Superior, efectuado en San Ildefonso, en la ciudad de México, los días 20, 21 y 22 de mayo de 1987.

No pretendo que estas sean soluciones mágicas ni únicas a la deficiente enseñanza de la física, a la apatía del profesor, a la poca motivación de nuestros estudiantes para tomar una licenciatura tecnológica o científica, a la pobre investigación tecnológica del país y su nula vinculación con la producción industrial. Sé que mucho habrá que enfrentar para implementar las vías de un desarrollo real, pero también sé que podemos inducir los grandes cambios produciendo muchos cambios pequeños.

### 2. La enseñanza de la física en el nivel medio superior, hoy

La gran mayoría de los cursos de física en nuestro nivel son una demostración de conocimientos de física, en el mejor de los casos por parte de los gises. El gis blanco, en su mayoría, derrama sus conocimientos y habilidad para despejar ecuaciones de la física en el pizarrón y el estudiante debe enseñarle a su pluma o lápiz a hacer lo

mismo que el gis del profesor, aunque él en el papel de su libreta. En esta dinámica (¿?) el profesor ayuda un poco, algunos lo hacen formulando al final de la clase la pregunta: "¿Se entendió?, ¿hay preguntas?". Pero toda la actividad llevada a cabo la hora precedente no motiva a la curiosidad, a la inquisición. Es natural que no haya preguntas. Lo es también que la clase no se convierta en un "aprendizaje significativo" para el grupo. Esto es así, en parte, porque el estudiante no llega en blanco, como su libreta.

Trae todo un bagaje de conocimientos empíricos, experiencias, concepciones falsas, vías de razonamiento, etcétera. El estudiante, en este tipo de clase, no compara, no vive lo que el profesor le propone frente a lo que él trae, por lo general no hay discusión de conceptos y se toman las palabras del profesor, "textualmente", para el examen. En estos cursos el único que conoce el rumbo es el profesor y su gran preocupación es el contenido temático del programa: termología o termodinámica, electromagnetismo, óptica, mecánica, etcétera, de modo que el estudiante debe aprender y contestar contenidos.

Entre los profesores de esta corriente están los que opinan que a) "no avanzamos porque los estudiantes no saben matemáticas", b) "en clase debo trabajar rápido para poder ver todo el programa", c) "es necesario un curso más de física porque hay mucho material que no se ve: óptica, termodinámica, electromagnetismo, etcétera, dependiendo de cada institución", d) "no sé cómo no pudieron resolver eso, yo les dije muy claro que la fuerza depende del inverso del cuadrado de la distancia". Y así sucesivamente.

Otro tipo de cursos más avanzados, pues considera no sólo los contenidos sino que enfatiza ya una metodología, es aquel en el que algo se hace de experimentación. Estos experimentos son muchas veces sólo demostrativos, esto es, realizados únicamente por el profesor y no por el camino de descubrir o de inducir una discusión que lleve a la formulación teórica o matemática, sino como "comprobación de la teoría"

Cuando es el estudiante el que hace el experimento, debe seguir un guión o manual que le dice qué material emplear, qué hacer, qué quiere el profesor y, casi predecir qué debe ocurrir en el experimento.

En esta didáctica, como en la anterior, el profesor se siente con la obligación de contestar todas las preguntas del estudiante, de ser el cronista de las verdades de la física, ya sea en el salón o en el laboratorio, y un enterrador de los errores y mitos que el estudiante trae. Concepciones que el estudiante ha adquirido viviendo y el profesor pretende destruir con el *magister dixit* (lo dice el maestro). Esta segunda forma de trabajar puede enriquecerse cuando no respondemos directamente al estudiante y lo llevamos a discutir, hablar, presentar sus teorías y confrontarlas con las de los demás. La tarea del profesor allí es la de moderador, no imponiendo "sus conocimientos", que por otro lado muchas veces no le constan, y además es el encargado de presentar contraejemplos cuando una teoría no fundamentada está agarrando fuerza. Sé de alumnos de tercer semestre que se toman una hora discutiendo el porqué entra violentamente un huevo cocido, duro y descascarado, que hace las veces de tapón

de una botella de vidrio que contiene en su interior un papel encendido, después de haberlo visto. De allí, ellos han buscado por su iniciativa respuestas que satisfagan más que las obtenidas por ellos.

Las actividades de aprendizaje en las que el estudiante se involucra con el cerebro, manos y corazón sí pueden llegar a constituir un aprendizaje significativo, un aprendizaje que tiene que ver con las estructuras que están en la base de su comportamiento. No aprende sólo para el examen; es más, éste se vuelve redundante.

En este último camino, el estudiante que realiza prácticas por una senda no única, que si quiere investigar otro camino, otra relación, otro material, otra implicación, etcétera, puede hacerlo; requiere de objetivos y una sistematización de otro tipo.

### 3. Propuesta

A partir de un pequeño número de objetivos generales de la enseñanza de la física en el tronco básico del NMS en los que coinciden muchas instituciones que la imparten, la propuesta que aquí se hace es la siguiente: a) formar hombres con una cultura científica de ésta época, b) formar en el estudiante una actitud crítica y científica ante el mundo que lo rodea, c) hacer de nuestros alumnos personas capaces de llevar adelante actividades de autoaprendizaje, d) dotarlos de un conjunto de conocimientos y actitudes necesarias para acceder a estudios de nivel superior, etcétera. A partir de allí, plantear objetivos intermedios que sean alcanzables con cualquier rama de la física: mecánica, termodinámica, ondas, etcétera, y luego una serie de módulos de actividades para cada una de esas ramas de la física.

Estos objetivos intermedios comunes a todas las partes de la física deberán estar relacionados con:

1. Que el estudiante suponga la regularidad en la existencia de una relación causal en los fenómenos de la naturaleza.
2. Que el estudiante obtenga, conceptual y matemáticamente, diferentes tipos de proporcionalidad entre variables (directa lineal, directa cuadrática, inversa, cuadrática inversa, exponencial, senoidal, etcétera), en diversos fenómenos.
3. Que el estudiante intervenga en la elaboración de las actividades, prácticas o experimentos, que lo llevarán a conocer el tipo de proporcionalidad existente entre las variables del fenómeno a investigar.
4. Que el estudiante distinga entre su conjunto de variables involucradas a las relevantes, y de allí el control de variables y la relación entre dependencia e independencia.

En la tabla I se ejemplifica con dos áreas de la física.

Es probable que no sean estos los más idóneos, pero hay muchos más de dónde escoger. En estas actividades se procura no dirigir al grado tal de decir qué variables

Relación	Electromagnetismo	Mecánica
Lineal	relación $V-i$ , (óhmicos)	relación $d-t$ , MRU. relación $F-a$ , $m = \text{cte.}$
Cuadrática	relación $P-i$	relación $d-t$ , plano inclinado relación $L-T$ , péndulo.
Inversa	relación $i-R$ (óhmicos)	relación $V-t$ , $d = \text{cte.}$ MRU relación $a-m$ , $F = \text{cte.}$
Cuadrática inversa	$F-D$ , imán largo	$K-x$ , conjunto de resortes de energía constante, $a-t$ , plano inclinado.

TABLA I. Relación entre electromagnetismo y mecánica.

medir, qué tabular o qué graficar. Con ejemplos sencillos ese camino habrá sido recorrido anteriormente (por ejemplo, perímetros y áreas en cuadrados y círculos).

La obtención de las leyes algebraicas entre las variables de un fenómeno no agota todas las posibilidades. Habrán de elaborarse prácticas para el tipo de leyes o propiedades físicas no enunciadas con relaciones algebraicas, tales como la regla del paralelogramo para la suma de fuerzas [1], características y fenómenos que dan lugar al color [2], el flujo del calor entre sistemas a temperaturas diferentes, etcétera.

Esta propuesta presenta como ejes centrales, a) la experimentación como el camino para la obtención de las primeras relaciones matemáticas entre variables de un fenómeno y b) que a partir del dominio de un cierto tipo de relación, extrapole a otras relaciones semejantes entre variables de otro fenómeno, en otra área de la física. Se sigue de aquí que proponemos un enfrentamiento experimental que no queda en el empirismo, sino que se debe formalizar el conocimiento con un lenguaje que simplifique y resuma, que ayude a realizar predicciones: la matemática. Pero la matematización del conocimiento que el muchacho obtiene deberá ser en lo posible, una respuesta a sus necesidades, no una imposición fuera de tiempo y de maduración.

#### 4. Algunos pros y contras

Algunas de las dificultades que deberán enfrentarse para la implementación de la propuesta son:

1. Elaboración de esos programas o módulos de estudio.
2. Elaboración del plan de concertación que haga que las instituciones que imparten física en el NMS participen y acepten los resultados de allí emanados.
3. Al mismo tiempo que se elaboran los programas, deberán elaborarse también las prácticas. Estas deberán ser, en número, el triple de las requeridas por objetivo, así profesor y alumnos tendrán más opciones. Estas prácticas deberán ser con materiales de fácil obtención y sin la complejidad de instrumentos de medición sofisticados. Estos entrarán cuando el estudiante aprenda a distinguir entre el

- fenómeno a observar y el aparato de medición a utilizar. El paso del cronómetro y el vernier al osciloscopio y al gaussmetro deberá ser gradual.
4. Nuestros grupos académicos de más de 30 alumnos hace muy difícil el inicio de esta labor. Aquí la responsabilidad es de las autoridades, pero nosotros debemos intentarlo.
  5. Al efectuarse la práctica en nuestra hora de clase, estamos restringidos al tiempo asignado a aquella. Muy poco tiempo.
  6. No todas las instituciones tienen el mismo número de cursos de física en su tronco básico. Tampoco nos parecemos en el número de horas por semana, si el curso es semestral o anual, etcétera.
  7. En todos los puntos anteriores las instituciones deberán mostrar su disposición a avanzar, pero hay aspectos en los que el profesor es la parte medular. Por ejemplo, en la determinación de cómo y qué evaluar en estos cursos, contenido y características de los cursos de formación de profesores, etcétera.

Todavía hay más dificultades, pero aseguro que los beneficios sobrepasarán las expectativas:

1. En una institución, un equipo de alumnos inicia con óptica, otro, del mismo grupo, con mecánica, y así sucesivamente. Al cabo de pocas semanas estarán en posibilidades de enseñar a sus compañeros lo que aprendieron y sus compañeros podrían hacer la contraparte. Esto es, tendremos estudiantes aprendiendo con estudiantes y al profesor convertido en coordinador de esas actividades.
2. Aquel que experimentalmente aprendió que al doblar la distancia de la lámpara a la pantalla, la iluminación disminuye a un cuarto; entenderá cuando un compañero le explique que al aumentar al doble la distancia de separación entre dos cargas (o dos masas) la fuerza disminuye a un cuarto.
3. El intercambio académico interinstitucional sería posible en el NMS con alumnos que no tuvieran dificultades, al menos en física, para pasar de una preparatoria en Texcoco, Estado de México, a una en Mérida, Yucatán. Podríamos intercambiar profesores de carrera por un semestre o un año, diseños experimentales favorables, etcétera.

Es claro que los objetivos intermedios de los módulos y los generales de la materia y la institución están mejor representados en una actividad como la aquí propuesta que en lo que, en general, hoy se hace.

# La problemática de la enseñanza de la física en el nivel medio superior

Manuel Castro Alvarez y Enrique Cárdenas Pérez Abreu

## 1. Introducción

Es de todos conocido el problema por el que atraviesa nuestro país respecto a tecnología propia y a sustitución de importaciones. Pensando en esta situación surge la inquietud de considerar opciones de solución y creemos que una de éstas es analizar la problemática existente en la enseñanza de las ciencias y en especial de la física, con el objeto de considerar posibles ajustes en los programas y métodos de enseñanza, ya que esta ciencia constituye la base fundamental de la educación y del desarrollo tecnológico.

En acciones de carácter participativo con los profesores de la academia de física del Instituto Tecnológico de Mérida, se ha identificado parte de la problemática en el aprendizaje de la física de entre cuyas variables destacan las siguientes:

1. Deficiencia en los antecedentes del alumno.
2. Enfoque conceptual inadecuado de los programas y métodos para propiciar el aprendizaje de esta ciencia.
3. Carencia de material de laboratorio accesible a maestros y alumnos.

## 2. Desarrollo

Trataremos de desarrollar brevemente cada una de estas tres variables.

### 2.1. Antecedentes del alumno

a) *En la herramienta matemática.* Sabemos que los alumnos que pasan de un ciclo escolar a otro presentan "deficiencias" en ciertos aspectos de las matemáticas básicas. Aunque este no es el lugar apropiado para discutir sus causas no queremos que pase por alto la heterogeneidad en los planes de estudio del llamado tronco común y los de organización general y técnica. Las deficiencias a las que hacemos alusión se perciben notablemente en el conocimiento, interpretación y aplicación de conceptos y mecanizaciones de álgebra, trigonometría y geometría elementales.

Siendo éstas las herramientas básicas para el desarrollo de la física desde el nivel medio y al no tener el alumno pleno dominio sobre ellas, el profesor de física

se ve impulsado a tomar decisiones remediales, con el consiguiente retraso en los programas, o una actitud de indiferencia ante el problema con las consecuencias que obviamente pueden esperarse.

b) *En el conocimiento y uso del método científico.* Recordando que el método que usan las ciencias experimentales es esencialmente natural para el ser humano, según algunos psicólogos como los de la Teoría de Campo, quienes hacen coincidir los pasos del método científico con el modo de pensar reflexivo; y que esta manera de razonar puede inducirse en el educando desde edades tempranas, es lamentable que los maestros no incluyan esta estrategia de pensamiento en su acción docente.

La SEP (Secretaría de Educación Pública) introdujo en su programa oficial de educación básica la práctica del método científico experimental en forma sencilla con la esperanza de que el educando al llegar al siguiente nivel pudiera aplicarlo. Pero todos sabemos que los alumnos nos llegan con poca capacidad para organizar de una manera lógica la verificación de sus suposiciones sencillas acerca del mundo que lo rodea.

c) *En el método de estudio.* Vinculado con lo anterior está el problema que el alumno tiene para estudiar física. Al no estar acostumbrado a pensar científicamente, acude a la memoria para “aprender” las leyes y los fenómenos en vez de pensar acerca de ellos. Esto no lo ayuda y sin embargo, sí lo frustra al no poder relacionar lo aprendido en el salón de clase con el mundo que lo rodea, pudiendo llegar a perfiles dramáticos en una situación de examen.

Acostumbrado también a usar las matemáticas no como una herramienta racional para la ciencia, sino como un mero auxiliar para mecanizar sin interpretar, el educando se pierde en despejes de incógnitas y en sustituciones de letras por valores numéricos, muchas veces sin contenido y significado físicos.

d) *En la capacidad para aplicar conceptos y principios.* Como resultado lógico de las carencias mencionadas, el alumno no ha adquirido la capacidad para interpretar y aplicar los conceptos y principios inherentes a esta ciencia en situaciones físicas, reales o simbólicas, diferentes de aquellas que estudió en el salón de clase.

Esta laguna en su formación se hace más grande a medida que el conocimiento se vuelve más complejo y los fenómenos (y situaciones) físicos se tornan menos objetivos.

Si uno de los propósitos de la educación es ayudar al educando a pensar, algo está fallando, pues al entrar éste al nivel medio no ha adquirido todavía esa capacidad, indispensable para entender la ciencia y desarrollarse intelectualmente como todo ser humano.

## 2.2. *Enfoque conceptual inadecuado*

La física es una ciencia presente en el mundo que nos rodea, lo cual a veces olvidamos quienes la enseñamos o tratamos de enseñar.

Generalmente en este proceso de enseñar y aprender presentamos el concepto físico en un marco completamente teórico, al igual que el modelo matemático respectivo. Se realizan ejercicios numéricos con respecto a esos fenómenos, pero en muy contadas ocasiones se conceptualizan éstos y pocas veces se interpreta el resultado numérico en términos de la física. En la mayoría de los casos se parte del supuesto de que el fenómeno físico es fácilmente conceptualizado por el alumno, lo cual no es necesariamente cierto.

Esto lleva a considerar la enseñanza de la física en dos grandes aspectos: uno conceptual, es decir, el conocimiento del fenómeno físico intrínseco que se pretende enseñar, sin tomar en cuenta definiciones o modelos matemáticos. El otro sería el cuantitativo, con la utilización de modelos matemáticos que reproduzcan de manera controlada el fenómeno, previamente internalizado por el alumno. En otro nivel de aprendizaje, luego de trabajar con el modelo matemático podría regresarse a interpretar los resultados numéricos en el marco conceptual establecido.

## 2.3. *Material de laboratorio accesible*

El maestro de física a menudo se enfrenta con la falta de material y equipo de laboratorio adecuados para hacer más dinámico, objetivo y motivador el aprendizaje de esta ciencia, sea por carencia o por encontrarse el equipo en malas condiciones.

Al no visualizar el fenómeno, reproducirlo, experimentar con él y desarrollar su creatividad, el alumno percibe la física como algo exótico, abstracto y a veces inalcanzable, por tanto, su aprovechamiento escolar es mínimo con un marcado índice de reprobación.

El maestro tradicionalmente ha pensado que si no dispone de equipo de laboratorio de buena presentación y marca reconocida no puede hacer experimentos válidos y confiables, olvidando que el fenómeno puede estudiarse con materiales sencillos o de bajo costo, cuidando desde luego la precisión de aquellos en donde la exactitud de la medición sea importante.

## 3. *Sugerencias*

Si se piensa en alguna acción remedial orientada hacia los antecedentes del alumno, habría que considerar dos casos: los de nuevo ingreso y los que ya son alumnos de la institución.

Para los de nuevo ingreso existen experiencias de cursos propedéuticos en las áreas básicas: matemáticas, física y química; sin embargo, estos generalmente se imparten en el formato tradicionalmente verbalista y cubriendo en lo posible todos

los temas del programa. Por eso, deberían seleccionarse alguno de los temas y ejercitar en ellos el aprendizaje por descubrimiento, y tratándose de la física, aplicar el método científico experimental, así como realizar experimentos que ayuden a visualizar y reforzar los conceptos básicos tratados en el curso.

Para los alumnos que ya están en la institución, organizar conjuntamente con los maestros de la academia de física, acciones tendientes a una nueva visión dinámica, activa y recreativa de la ciencia. Eventos como talleres de elaboración de modelos didácticos, exposiciones, concursos y murales, serían de gran ayuda para este propósito.

Haciendo hincapié en el aspecto metodológico en la enseñanza de la física, conviene que en el salón de clase se induzca al alumno a hacer sus propias hipótesis relativas a las situaciones o fenómenos físicos observados, que trate de verificar sus hipótesis, y de un modo racional hacerlo que llegue al modelo matemático capaz de producir de manera controlada dicho fenómeno. Esto debe propiciarse siempre, individualmente o en grupo e intercambiando resultados para enriquecer lo obtenido individualmente.

Al problema de equipamiento de los laboratorios de física se pueden plantear las soluciones siguientes:

1. Desarrollar materiales y modelos de laboratorio a bajo costo y con materiales de desecho con ayuda del alumno, favoreciendo así su participación y el desarrollo de su creatividad.
2. Organizar labores de mantenimiento y reparación de equipos de laboratorio con los maestros y alumnos de niveles superiores y en servicio social.

Como conclusiones finales se podrían mencionar:

1. Una reorientación de la educación básica que fortalezca las capacidades de observación y reflexión en educadores y educandos permitirá una mejor visualización de nuestros problemas tecnológicos y de sus opciones de solución, en los que las ciencias experimentales juegan un papel preponderante.
2. Una mejor formación en las ciencias experimentales desde edades tempranas hará aumentar la capacidad y el interés hacia las carreras científicas puras y aplicadas.
3. Por otro lado, no debemos olvidar que todos los proyectos, planes y programas que puedan hacerse de nada servirían si no se cuenta con el apoyo de los maestros y con la capacidad de los mismos para llevarlas a la práctica. De ahí la enorme importancia de comenzar cualquier innovación o perfeccionamiento, contando con la decisión de los maestros de comprometerse en las acciones que se elijan para resolver esta problemática.

## La corriente ciencia–tecnología–sociedad en la didáctica de las ciencias

María del Pilar Segarra Alberú

### 1. Resumen

En este trabajo se presenta una de las corrientes actuales de la didáctica de las ciencias conocida como ciencia para todos, fundamentada en la urgente necesidad de relacionar ciencia, tecnología y sociedad.

### 2. Introducción

Es un hecho evidente que la ciencia y la tecnología juegan un papel cada vez más preponderante en el desarrollo de la humanidad, de ahí que la formación científica deba ser un aspecto de gran relevancia dentro de la educación básica de todo individuo [1]. Sin embargo, los científicos, encerrados por la necesidad del estudio y de la especialización, comunicados entre sí por medio de lenguajes técnicos e ininteligibles para la mayoría de los que no son especialistas de su misma área, apremiados por la necesidad de publicar para mantener un currículum relevante, han renunciado en general, quizá inconscientemente, a verter el producto de su trabajo a la masa inmensa de hombres que están pagando sus investigaciones y que sólo piensan que están recibiendo a cambio algo que no comprenden, que no les hace felices, sino que les intimida y esclaviza. Teniendo en cuenta esta afirmación, se ha llegado a reconocer oficialmente (en Inglaterra) que la enseñanza de la ciencia es una necesidad nacional [2], a tal grado que puede afirmarse que han sido los factores políticos y sociales los que han motivado el movimiento de renovación en la didáctica de las ciencias.

### 3. El fracaso escolar a raíz de los proyectos de los sesentas

En 1950 comienza una fase de florecimiento en la forma de enseñar las ciencias en los niveles que no son universitarios, que tiene como fondo el interés de los países más desarrollados por formar cuadros de especialistas de cara a un futuro más científico y tecnológico. Se hacen multitud de proyectos. Los proyectos de los Estados Unidos se dirigen a que el estudiante adquiera el dominio de la metodología científica. La adquisición de los contenidos, en los distintos proyectos, se hace por medio de

las experiencias que realizan los alumnos. El profesor se considera más como un planificador de experiencias del aprendizaje que como transmisor de conocimientos.

Los proyectos ingleses [3] tienen como objetivo principal el desarrollo de material de forma que el profesor pueda presentar las ciencias en forma viva, estimulante e inteligible [4]. En los países que no son sajones se generaliza la introducción del método científico y el uso de los laboratorios, pero los programas siguen siendo muy amplios en contenidos por lo que es casi imposible insistir en una enseñanza basada en los procesos de la ciencia.

Analizando desde la perspectiva piagetiana a la mayoría de los currícula producidos por el movimiento de renovación, podría quedar explicado gran parte del fracaso escolar: los estudiantes no podían superar los programas porque el nivel de los contenidos estaba más allá de las capacidades intelectuales cognitivas de los sujetos para los que estaban elaborados [5]. Puede decirse que el movimiento de reforma curricular se preocupó por la renovación de la organización escolar y por la búsqueda de criterios racionalizados para la estructuración de los programas; pero el nivel de los contenidos no se modificó, no se cayó en la cuenta de que el vocabulario altamente formal en que la ciencia expresa sus conceptos, normalmente partiendo de modelos teóricos con fuerte poder hipotético y deductivo, no era asequible para la mayor parte de los estudiantes, ni tampoco que las secuencias lógicas en que pueden jerarquizarse los conceptos científicos no coinciden necesariamente con las secuencias psicológicas. Por lo tanto, la investigación se centró en variables externas al sujeto y se olvidaron las posibles variables internas del mismo que podrían determinar el fracaso o el éxito en el dominio de un programa [6].

¿Por qué esa inadecuación en los programas de ciencias? Se podría aducir una razón sociológica, apoyada en la tradición: durante muchos años la escuela tuvo una función selectiva. Sólo un 5% de los alumnos que ingresaban en los niveles elementales de la educación alcanzarían el nivel universitario. El papel asumido por los docentes fue el de detectar y preparar a esa minoría, olvidando el 95% restante. Cuando el llamado "movimiento de reforma del currículum" empezó a generar proyectos renovados de ciencias, los diseñadores recogieron esa tradición. Se remodelaron las estructuras de los programas [7, 8, 9] tratando de adecuarlos a los de las materias científicas que desarrollaban; se adaptaron los métodos, en un intento de reproducir en los programas y de hacer llegar al aula, el modo en que los científicos elaboraron sus modelos y teorías [3]; se analizaron los conceptos desde el punto de vista lógico, para organizarlos de modo jerárquico y conceptual. Se dispuso así de muy buenos proyectos desde el punto de vista de la estructura de los contenidos y del método científico y bien planteados desde la lógica del desarrollo de los conceptos mismos. Pero este esfuerzo no fue paralelo al de las investigaciones acerca del desarrollo intelectual del sujeto y del modo con que éste accede a la comprensión de cosas y fenómenos. De esta manera se produjeron tales inadecuaciones entre el nivel de desarrollo mental del sujeto y el nivel de demanda cognitiva intelectual de los conceptos científicos de los programas, que el fracaso escolar aparece como una consecuencia fácilmente explicable.

La ASE (Asociación para la Enseñanza de las Ciencias) de Inglaterra ha realizado una evaluación del impacto social que provocaron los proyectos de los sesenta (PSSC, CBA, BSCS y NUFFIELD), desde el enfoque ciencia-tecnología-sociedad, ofreciendo los siguientes datos:

- Del 70 al 80% de los jóvenes dejan la escuela a los 15 años.
- La educación en ciencias no tiene un papel significativo en la educación en general, la mayoría de los alumnos dejan la escuela sin un bagaje suficiente de estudios científicos.
- El desarrollo curricular de los años sesenta centra su energía principalmente, en la formación de futuros científicos, intentando resolver los aspectos pedagógicos y de contenido del currículum científico [6].

De esto se puede deducir que en la educación actual de las ciencias en las escuelas: a) existen buenos planes de estudios que inciden únicamente en los futuros científicos y profesionales relacionados con la ciencia (aproximadamente 20% de la población) y b) no se ha obtenido una educación efectiva en el área de las ciencias para el 80% de la población restante, que probablemente no continuará con ninguna educación formal en dicha área. Es decir, el impacto social de la enseñanza de las ciencias es prácticamente nulo en esta población [2, 4].

Hoy se está viviendo un nuevo contexto para la enseñanza de las ciencias. La crisis energética y múltiples factores sociales, epistemológicos y didácticos están pidiendo para los ámbitos escolares una ciencia que sea más humana y para todos, porque la ciencia ha llegado a ser un componente integral de nuestro contexto social.

#### 4. Integración ciencia-tecnología-sociedad: ¿una nueva didáctica?

A partir de 1970 comienza una tendencia hacia la integración de la ciencia, la tecnología y la sociedad. Actualmente se trata de enseñar la ciencia conectándola con la historia y la filosofía de la ciencia, buscando al hombre como actor del proceso, ya que es el hombre quien construye la ciencia a lo largo de la historia. El objetivo de esta integración es que el alumno pueda conocer la realidad tal como es, partiendo del hecho de que la realidad, las cosas y los fenómenos se presentan integrados en la naturaleza.

Se presentan tres fases diferentes de integración: a) entre las ciencias, b) ciencia-tecnología, debido al creciente desarrollo tecnológico, y c) ciencia-tecnología-sociedad, a consecuencia de los problemas políticos y sociales, como el deterioro del medio ambiente.

Esta tendencia hacia la integración de la ciencia, la tecnología y la sociedad, ha dado lugar en los últimos años a la corriente conocida como "ciencia para todos."

Cuando se habla de ciencia integrada realmente se está hablando de enseñanza integrada de las ciencias, donde integrar no es mezclar o yuxtaponer materias dife-

rentes, sean o no del área de ciencias, ya que esto sería una pluri-disciplinariedad. Mientras en el currículum no exista una unidad de enfoque en las disciplinas, la integración no es real.

El término “integración” cuando se se usa para referirse a cursos de ciencia, significa que el curso ha sido instrumentado y presentado de manera tal que los estudiantes adquieren el concepto de la unidad fundamental de la ciencia, aprenden a enfocar colectivamente los problemas de naturaleza científica y se les ayuda para que comprendan el papel y la función de la ciencia en su vida diaria y en el mundo en que viven.

Un curso de ciencia integrada elimina la repetición de temas que se estudian en varias asignaturas y no reconoce los límites tradicionales entre disciplinas asignados a las materias.

Los principios de integración han sido concebidos para estructurar cursos que:

- correspondan a las necesidades y experiencias de los estudiantes,
- pongan en relieve la unidad fundamental de la ciencia,
- sienten las bases adecuadas para ulteriores estudios especializados y
- agreguen una dimensión cultural a la enseñanza de las ciencias.

Los principales criterios sobre los que se ha desarrollado el concepto de ciencia integrada se pueden agrupar en cuatro bloques:

- proporcionar programas orientados a la educación de la persona, no para la ciencia sino a través de ésta,
- resituar la ciencia en su papel sociocultural,
- plantear la realidad de los límites de la unidad de la ciencia y
- ofrecer unas nuevas bases pedagógicas y didácticas.

En estos proyectos se pretende hacer desaparecer barreras entre la ciencia pura y la tecnología, establecer relaciones entre escuela e industria, incluir la dimensión histórica y algunos elementos derivados de la filosofía de la ciencia; todo a través de un modo de trabajo de carácter interdisciplinario.

Los datos anteriores y el hecho de que la ciencia esté influyendo poderosamente en la marcha de la sociedad actual, están llevando a muchos hombres de ciencia, pensadores y grupos de intelectuales, a inclinarse por una formación científica de amplia base. Se ve la necesidad de que la gente común entienda las ciencias y las vea relacionadas con su vida diaria, de forma que la ciencia ya no sea un enigma que deba evitarse, sino un misterio lleno de aventura y emoción que espere ser explorado, entendido y utilizado [7].

De entre las muchas voces que se podrían citar para ejemplificar el surgimiento de esta nueva línea didáctica, sobresale por su importancia el informe elaborado en 1985 por la Royal Society de la Gran Bretaña, titulado *The public understanding*

*of science* (La comprensión pública de la ciencia). Una de las tesis básicas de este estudio es que una mejor comprensión pública de la ciencia puede ser un elemento importante para promover la prosperidad nacional, para elevar la calidad de la toma de decisiones públicas y privadas y para enriquecer la vida de los individuos. El informe implica a la comunidad científica, cuestiona el sistema educativo y analiza el papel del gobierno, de los medios de comunicación social, de la industria, de los museos y las bibliotecas, de las actividades infantiles y las lecturas del público en general. Utilizando unas encuestas llega a la conclusión de que la comprensión pública de la ciencia es inadecuada.

Entre las metas propuestas en este informe, se señalan algunas que hacen referencia a la educación formal:

- a) Desarrollar dentro del contexto de una educación amplia, la capacidad de un pensamiento y un método de trabajo científicos que posibiliten la observación, la búsqueda de modelos, la experimentación, la comunicación y la aplicación.
- b) Adquirir, por medio de un estudio sistemático, el conocimiento y comprensión del cuerpo del saber llamado "ciencia."
- c) Entender la naturaleza de una sociedad tecnológica avanzada, la interacción entre ciencia y sociedad y la contribución que ha hecho y puede hacer la ciencia a la herencia cultural.

Al referirse a la comunidad científica llega a afirmar que parte de la responsabilidad profesional de cada científico es promover que la gente logre una mayor comprensión de las ciencias. Subraya la necesidad de que los científicos aprendan a comunicarse mejor con todos los segmentos del público, especialmente con los medios de comunicación, ya que ésta será la única manera en que las informaciones o reportajes sobre algún tema científico no contengan errores ni distorsiones.

No sólo es la Royal Society la que señala la urgencia de una socialización de las ciencias, Fensham [8] explica esta tendencia de una ciencia para todos en el desarrollo del currículum; el nuevo proyecto Nuffield [9, 10] hace eco de esta corriente, igual que el proyecto SISCON [11] o el STATIS [12].

Dentro de esta tendencia se incluyen aspectos tales como: a) La utilización de los problemas reales y del medio ambiente como centro de interés y/o motivación, que en algunas ocasiones puede llegar a utilizarse como aula o laboratorio. Teniendo lo anterior como punto de partida, se desarrolla un enfoque totalmente nuevo en el que tienen cabida los contenidos científicos presentados en otros currícula. b) La ciencia no se presenta como un cuerpo de conocimientos muy definidos y bien estructurados, debido al desarrollo tan vertiginoso que ha tenido en los últimos tiempos. Más bien se busca desarrollar en el alumno un pensamiento que sea capaz de establecer relaciones utilizando un método científico de trabajo.

El objetivo de esta corriente es hacer que los problemas científicos sean comprensibles a la población no científica y que los científicos sean conscientes de las

implicaciones sociales de la ciencia, lográndose de esta manera una ciencia para todos.

### Referencias

1. J.P. Astolfi, A. Giordan, G. Gohau, V. Host, J.L. Martinand, G. Rumelhard y G. Zaldounaisky, *Quelle éducation scientifique pour quelle société?*, Presses Universitaires de France, Paris, Francia, 1978.
2. "The public understanding of science", *Royal Society*, Londres, GB (1985).
3. *Nuffield Secondary Science*, Longman, Harlow, Essex, GB (1973).
4. M. Shayer y P. Adey, *Towards a science of science teaching*, Heinemann Educational Books Ltd., Londres, GB (1981).
5. R. Gutiérrez, "Piaget y el curriculum de ciencias", *Apuntes IEPS* 34, Editorial Narcea, Madrid, España (1984).
6. *Alternatives for Science Education (a consultative document)*, ASE, Londres, GB (1979).
7. J.E. Penick y R.E. Yager, *Euro. J. Sci. Edu.* 8 (1986) 1-8.
8. P.J. Fensham, *Sci. Edu.* 67 (1983) 3-12.
9. *Nuffield 11 to 13 science: how scientists work*, Longman, Harlow, Essex, GB (1986).
10. *Nuffield 11 to 13 science: how science is used*, Longman, Harlow, Essex, GB (1986).
11. SISCON, *Asociation for Science Education*, editado por S. Addinell y J. Solomon, Londres, GB (1983).
12. STATIS, *Association for Science Education*, EUA (1986).

## La enseñanza de la física en el sistema nacional de educación tecnológica

Rebeca Reynoso Angulo

El Sistema Nacional de Educación Tecnológica está integrado por el Instituto Politécnico Nacional, el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, el Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial y por las Direcciones Generales dependientes de la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica. Cuenta también con el Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, órgano de consulta de la Secretaría de Educación Pública.

Como parte del sistema educativo, la educación tecnológica tiene bajo su responsabilidad la formación integral de un amplio sector de la población, debiendo además contribuir con respuestas adecuadas a las necesidades que plantea el desarrollo nacional hacia la producción, conciliando y orientando las demandas educativas que presenta la población. El Sistema Nacional de Educación Tecnológica atiende a más

de un millón de alumnos y ofrece sus servicios educativos en varias modalidades y niveles: el de capacitación para el trabajo; el medio superior propedéutico y terminal en las áreas industriales, agropecuarias y del mar; el superior, la especialización, la maestría y el doctorado. Los egresados de 1073 planteles son técnicos, profesionales e investigadores que participan en los procesos productivos del país, en las áreas de las ciencias naturales y exactas, agropecuarias, de la salud, sociales, administrativas, de la tecnología y de la ingeniería.

A pesar de que la mayoría de las carreras que se cursan se han organizado curricularmente con fuerte énfasis en las ciencias naturales y matemáticas, hay una creciente falta de interés en las carreras tradicionalmente llamadas científicas. Una comparación de proporciones y crecimientos de matrícula en otras áreas nos permite afirmar que, en general, no se ha dado un crecimiento real (en el nivel medio superior son más de 800 escuelas con alrededor de 750 mil alumnos inscritos en 160 especialidades). Es ya un lugar común el que las ciencias llamadas exactas y particularmente la física, sean asignaturas que nuestra población estudiantil considera en general complejas, inaccesibles, aburridas y difíciles. Esta apreciación nos invita a reflexionar sobre la necesidad de encontrar soluciones concretas y factibles que permitan a nuestros futuros técnicos y profesionistas comprender, aprender, divulgar y aplicar el conocimiento de la física. En la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas esa preocupación está presente: la física constituye un pilar en el armazón de la ciencia actual. La comprensión de conceptos y procesos físicos es la base para el entendimiento de gran parte del mundo que nos rodea. Además, la aplicación de estos conocimientos en la realidad circundante constituye una fuente de bienestar tanto social como económico. El desarrollo tecnológico y las consecuencias que de él derivan, están intrínsecamente relacionados con el avance del conocimiento de los fenómenos físicos. De ahí que la física se constituya en materia fundamental para la formación de nuestros estudiantes; se trata de proporcionar al alumno el lenguaje, la simbología y la metodología de la ciencia física de nuestro tiempo, estimulando además el desarrollo de habilidades y destrezas propias de las ciencias experimentales para después participar creativamente dentro de los procesos productivos industriales, agropecuarios y del mar.

Con motivo de la implantación del tronco común en el esquema curricular del bachillerato tecnológico, la física junto con la biología y la química, integran el área de Ciencias Naturales. Se reconoce que por estar interrelacionadas y en continua evolución, se debe propiciar el desarrollo de una actitud valorativa en la aplicación de esas disciplinas, mejorando con ello la comprensión de la realidad. De acuerdo con el plan de estudios del bachillerato tecnológico, los tres cursos de física están ubicados a partir del tercer semestre y manifiestan una alta correspondencia con los cursos previos de matemáticas, de química y de biología, lo que a su término, permitirá generar casos problema y sus correspondientes soluciones, es decir, entender y aplicar las leyes que conforman la unidad material que nos rodea. En ese mismo periodo dentro de los currícula, se inicia la relación con el área histórico-social, cuyos contenidos generarán en el alumno la conciencia de que él mismo y su medio son resultado de

la dicotomía naturaleza-sociedad, elementos cuya dimensión y consecuencia deben estar equilibrados y situados en el dominio del espacio y el tiempo.

Las áreas del conocimiento antes mencionadas, articuladas con las de lenguaje y comunicación y metodología científica que conforman el tronco común, permiten consolidar la congruencia característica entre la formación propedéutica y tecnológica de las carreras que se ofrecen en el nivel medio superior del Sistema.

Los planes de estudio de las carreras de aire acondicionado y refrigeración, máquinas y herramientas, mecánica automotriz, mecánica naval y topografía, por mencionar algunas de las 26 que se ofrecen a alumnos de los bachilleratos tecnológicos, están fuertemente apoyados en los conocimientos de la física, traducibles a aplicaciones directas, tangibles o inmediatas.

Como ejemplo, mencionaremos la evolución de la matrícula de 1980 a 1985 de otras cuatro carreras: donde la de electricidad y electrónica atiende un promedio aproximado de 15 000 alumnos por año, la de máquinas de combustión interna 12 500 y la de electromecánica 23 000 estudiantes. A partir de 1982 se observa también la preferencia por estos estudios.

Estos datos se complementarían considerando la evolución que han sufrido las carreras como electromecánica; en 1982 se impartía en un poco más de 80 planteles y ahora es parte de los programas de 161 escuelas. Una de las ventajas que ofrece el tronco común como eje aglutinador de los currícula en nuestro bachillerato tecnológico ha sido la oportunidad de llevar a cabo varias acciones que incidan en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje. De ellas, la evaluación al ingreso nos permite conocer el nivel académico de los aspirantes, mientras que el seguimiento curricular evalúa el grado de funcionalidad de los programas maestros en la práctica educativa durante el tránsito de los alumnos por los seis semestres. En la evaluación del ingreso de 1986, se aplicó a más de 200 000 aspirantes un examen cuyos reactivos se basan en los programas de estudio del nivel medio básico. *A grosso modo*, podemos señalar que los resultados muestran en general un escaso manejo de conceptos, con una calificación promedio de 2.4 (sobre 10); sólo un tercio de la población presenta un dominio aceptable de ellos. Los temas más problemáticos son los aspectos generales de la física. Por otro lado, la investigación de seguimiento curricular aplicó en marzo del presente año un examen de conocimientos a los alumnos del tercer semestre. En relación con el área de Ciencias Naturales, en química ocurrió un porcentaje mayor de aciertos, el 37%, en la biología el 29%, y en la física el 27%, el más bajo.

Estos datos nos invitan a reflexionar sobre lo que se hace en el proceso educativo y han sido punto de arranque para la instrumentación de un conjunto de trabajos. En primer lugar, estamos conscientes de que la preparación del docente requiere un camino en términos generales: la planta docente no tiene una formación específica en docencia. Es necesario tomar conciencia de que la enseñanza de la ciencia debe proporcionar herramientas que permitan forjar un espíritu científico y adquirir una metodología para que el conocimiento sea más que la simple acumulación de conceptos, fórmulas y datos en general; se debe reflexionar sobre su aplicación en los hechos

cotidianos o en sus manifestaciones más complejas. Debe partirse del hecho de que el objeto de estudio de la física nos rodea por completo. De ahí que buena parte de los materiales requeridos para su experimentación sean objetos que tenemos a la mano. Asimismo, se hace necesario eliminar la separación usual entre laboratorio y aulas.

Los profesores que imparten física se han reunido en la Academia de Ciencias Naturales. En 1986 se revisaron los Programas Maestros unificando criterios en la selección de contenidos básicos mínimos, dosificación y algunas metodologías; en el presente año, esa Academia ha formulado programas de trabajo con énfasis en el nivel estatal, donde de manera colectiva y local, proponen organizar y llevar a cabo algunas actividades concretas que mejoren el aprovechamiento escolar. Una muy significativa en relación al problema que hemos planteado es la regularización de los alumnos de nuevo ingreso, con los requisitos mínimos que requieren los Programas Maestros.

En vista de que el personal docente que labora en nuestros planteles presenta heterogeneidad en cuanto a profesión, grado académico, experiencia docente y antigüedad en el Sistema, se elaboran algunos materiales impresos de manera permanente, con la única limitación de los recursos financieros. En el mes de mayo del presente año se entregó a los profesores de física un antología editada en dos tomos. También se elabora una revista, "Enlace Docente", que en el número cinco incluye artículos relacionados con la enseñanza de la física. Se pretende contribuir con estos materiales a la formación de profesores, fomentar el autodidactismo y facilitar la preparación de clases. En cuanto a otras estrategias de formación de profesores, se encuentra en preparación un curso y taller para docentes de física, cuyo objetivo es facilitar el desarrollo del programa, el qué y el cómo enseñar, concebidos según una metodología integradora.

Sin embargo, no hemos terminado. Hace falta editar libros de texto de bajo costo para alumnos; auxiliarse del uso de las computadoras; elaborar material audiovisual que muestre la forma en que se realizan los experimentos para recrearlos en lugares en que se carece de laboratorio; divulgar tópicos de la física clásica y de la moderna; reflexionar y conocer acerca del desarrollo de conceptos en los alumnos; modernizar la enseñanza de las ciencias, en fin, muchas ideas y proyectos más.

El compromiso no queda aquí, con sólo mostrar la importancia y desarrollo de la enseñanza de la física en el bachillerato tecnológico; por el contrario, los problemas que se abordan en todo proceso educativo y las técnicas que se proponen para resolverlos están condicionadas por los problemas prácticos de la sociedad, se conectan con éstos en todo momento y obtienen su validación cuando logran resolver dichos problemas. Si el desarrollo de la educación tecnológica se encuentra condicionado en cada época por sus conexiones con la práctica social, entonces se puede afirmar que sus problemas son fundamentales. La revisión de los contenidos programáticos de la física, su funcionalidad en la práctica docente, la evaluación del ingreso de los alumnos y la realización de materiales impresos y cursos para profesores no representan una respuesta acabada, sino un punto de partida para la construcción de una

teoría sobre el qué y el cómo enseñar la física en la Educación Tecnológica. Queda un campo abierto a la investigación y a la reflexión de la necesaria formación en el saber educativo que exige nuevos enfoques en el trabajo en aula y en el contenido para construir verdaderas propuestas didácticas en la enseñanza de la física.