

La física en los libros de texto de educación primaria

Salvador Jara Guerrero

Departamento de Física, Universidad Michoacana, Apartado postal 139-C,
58260 Morelia, Michoacán, México

(recibido el 5 de agosto de 1987; aceptado el 19 de julio de 1988)

Resumen. Se presenta un análisis de los contenidos teóricos y experimentales de física en los libros de texto gratuitos de Ciencias Naturales. Las conclusiones señalan la insuficiencia de los textos como material único de apoyo para maestros y alumnos. Se propone fomentar grupos de trabajo interdisciplinarios que produzcan materiales complementarios regionales.

PACS: 01.40.Di; 01.40.Ej

1. Introducción

Entre 1972 y 1974 aparecieron en México nuevos libros de texto gratuitos, producto de una importante reforma. Las características novedosas en el área de Ciencias Naturales fueron: la integración de las diferentes disciplinas en un solo libro, la introducción de actividades de investigación y la presentación del conocimiento como producto de una actividad humana necesaria y permanente. Los libros presentan a la ciencia no sólo como conjunto de conocimientos sino como conjunto de procedimientos para conocer lo que no se sabe, de tal forma que sea posible modificar la manera de ser del que aprende y no sólo se le otorgue información que pronto se olvida o carece de significación. En la elaboración de los libros participó un equipo interdisciplinario formado por maestros de primaria, especialistas de enseñanza de las ciencias, científicos, psicólogos, ilustradores y fotógrafos [1].

Los libros representan un importante avance en la política educativa mexicana, al reconocer que es más importante enseñar a aprender, que enseñar sólo contenidos que, a fin de cuentas, son rápidamente rebasados por el avance científico y tecnológico actual. Los libros no son, desgraciadamente, *todo* en la educación; son necesarios pero, frecuentemente, insuficientes.

En particular, los nuevos libros contienen muy pocas secciones que pueden ser trabajadas exclusivamente por los alumnos, porque en la mayoría de las actividades de investigación no se dan solamente las *respuestas correctas*, sino que se pretende, con preguntas adecuadas, que el alumno indague la solución, lo que requiere en la mayoría de los casos la participación del maestro como coordinador. Así, los libros representan un reto para el alumno y para el maestro.

Los textos presentan a las diferentes disciplinas integradas, es decir, no como partes independientes en un solo libro sino como componentes que determinan el todo a través de sus relaciones. En todos los casos, los temas contienen varias dis-

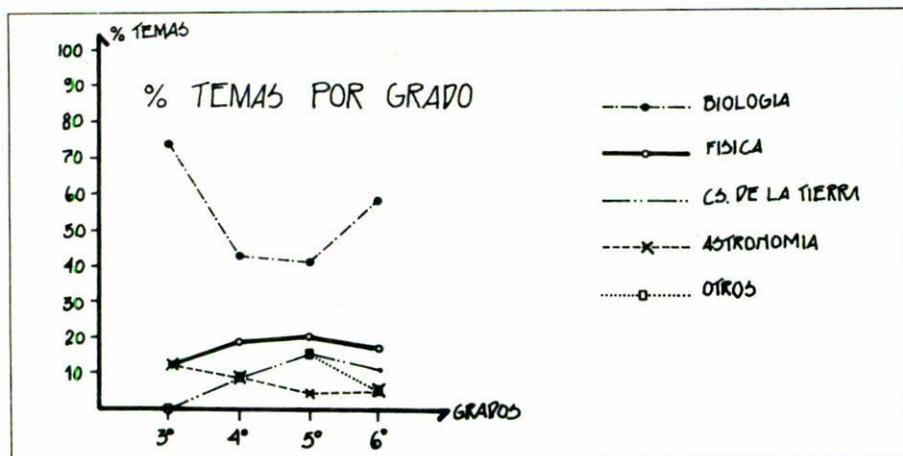


FIGURA 1. Distribución porcentual de los temas o unidades de los textos de ciencias naturales en disciplinas por grado.

ciplinas a la vez con la intención de hacer evidente la interrelación que existe entre éstas. Existen, sin embargo, temas en donde la parte fundamental del contenido se refiere a un principio físico o biológico, por ejemplo; y éste es el criterio que hemos usado para clasificarlos como de física, biología, etc.

En este trabajo se presenta un análisis de los contenidos de física en los libros de ciencias naturales. El propósito, más que realizar una crítica a los textos, es proporcionar información desglosada que pueda ser útil en otros trabajos e identificar algunas de las dificultades sobre la presentación de los conceptos físicos. Es por demás sabido que la física se encuentra entre las ciencias que mayores problemas presentan en el proceso enseñanza-aprendizaje, su ineficiencia es evidente, ya que los temas cuyo estudio se inicia en la escuela primaria, se repite en la secundaria y en la preparatoria, continúan siendo un problema serio para el alumno de la licenciatura. La identificación temprana de estos problemas es fundamental para su solución.

2. Disciplinas, temas e investigaciones

En 1978, los libros de texto fueron parcialmente modificados; en los dos primeros grados los libros de las diferentes áreas se integraron en un sólo libro por grado. Se mantuvieron diferentes libros para cada área del tercero al sexto, y el libro de tercer grado de *Ciencias Naturales* quedó estructurado en *unidades*, los demás en *temas*. La distribución porcentual de los temas o unidades de los textos de ciencias naturales en disciplinas por grado, aparecen en la Fig. 1. En la categoría de "otros" se incluyen los temas de química, ciencia y sociedad, metodología de la investigación y conservación de cantidades (experimentos de Piaget); ninguno representa individualmente, más del 9% en cada texto [2].

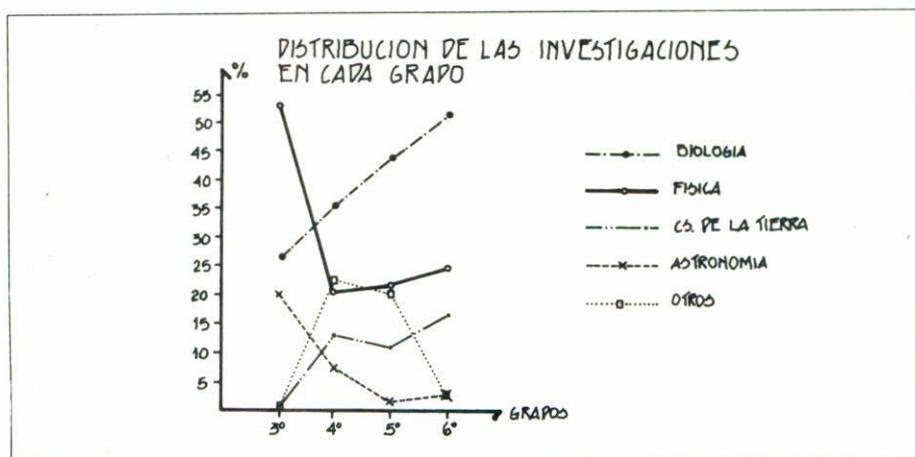


FIGURA 2. Distribución porcentual de las investigaciones en cada grado.

Así, en promedio, los temas de biología representan más del 50%, y varían desde el 42% en el quinto grado, hasta el 75% en el tercero. La distribución de los temas de las demás disciplinas es mucho más regular; en el caso de la física varía entre el 12.5% y el 21%. La clasificación de las disciplinas no es única, puesto que, como mencionamos antes, los textos son de ciencias naturales y los temas son tratados de tal manera que involucran varias disciplinas a la vez, manteniendo a lo largo de los textos un carácter interdisciplinario.

En los textos del tercero al sexto grados, se plantean un total de 158 actividades experimentales denominadas *investigaciones*; más de dos terceras partes se distribuyen en el cuarto y quinto grados, mientras que el resto corresponde al tercero (9.5%) y sexto grado (22.8%).

El 41.8% del total de investigaciones corresponden a biología, el 25.3% a física, y corresponden a las otras disciplinas entre el 5.7% y el 15.2%.

Podemos comparar las Figs. 1 y 2 que representan las distribuciones porcentuales de temas e investigaciones en cada grado, respectivamente.

La distribución de los promedios porcentuales de temas e investigaciones por disciplina se muestra en la Fig. 3, la física es la que contiene mayor cantidad de actividades de investigación, proporcionalmente.

Las actividades de investigación en física, entre el tercero y sexto grados, son 40 (25.3% del total); su distribución por grado se muestra en la Fig. 4.

Se espera que los alumnos realicen entre ocho y doce actividades de investigación sobre física por año escolar.

Los temas y unidades correspondientes a física por grado son los siguientes:

Tercer grado: Unidad 7: Sonido, luz y calor. Cuarto grado: Tema 2: Cómo vemos; Tema 4: El calor; Tema 9: Cómo cambian las cosas; Tema 12: La energía. Quinto grado: Tema 11: Las fuerzas; Tema 12: La gravedad; Tema 16: Los colores;

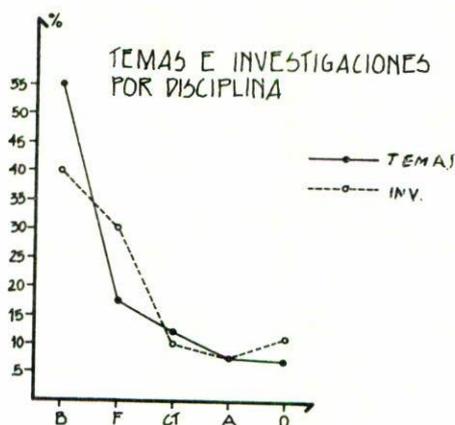


FIGURA 3. Distribución porcentual de temas e investigaciones por disciplina.

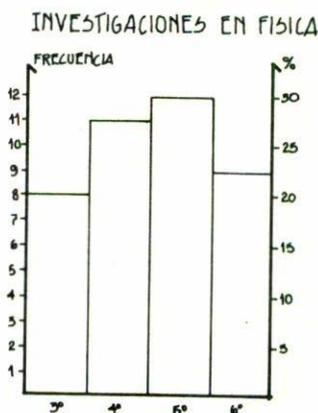


FIGURA 4. Distribución porcentual por grado de las actividades de investigación en física.

Tema 17: Cómo cambia el sonido. Sexto grado: Tema 6: El movimiento; Tema 11: Las máquinas; Tema 12: El trabajo.

Mientras que los contenidos relativos a física en el tercer grado se refieren a fenómenos detectables por nuestros sentidos, como vibraciones en agua, vibración de una liga, reflexión de la luz, transmisión del sonido a través de líquidos y sólidos, transmisión del calor en diferentes materiales, que son fenómenos cuyas propiedades inmediatas podemos conocer empíricamente, en el sexto grado los contenidos tienen una base más bien teórica que experimental, son conceptos con los que explicamos los fenómenos pero que no se infieren de la experiencia directa.

El paso entre estas dos categorías conceptuales es muy brusco; en cuarto y quinto grados los temas mantienen ese empirismo, la mayoría de los conceptos sólo se identifican, se enuncia y se comprueban o ejemplifican; se presentan como hechos de la vida cotidiana.

Los temas sobre gravedad y fuerzas a distancia del quinto grado presentan también estos fenómenos como *hechos* y solamente se dan sus definiciones y ejemplos. El libro de texto del quinto grado dice:

“... A las fuerzas que pueden empujar a las cosas desde lejos las llamamos *fuerzas a distancia*”. Y en seguida se presentan algunos ejemplos.

En cuanto a la gravedad, el texto dice:

¿Qué hace que todas las cosas caigan sobre la Tierra?

¿Por qué no nos caemos de la Tierra si es redonda?

¿Por qué las cosas no se van hacia arriba? Hace más de 200 años, el científico Isaac Newton pensó que debía haber una fuerza que jalara a todos los cuerpos hacia el centro de la Tierra. ¿Será ésta una fuerza a distancia? Newton la llamó fuerza de gravedad.

En estos casos, se dan ejemplos cotidianos: todos hemos visto como caen los cuerpos en la Tierra y conocemos los imanes o hemos frotado un peine en el cabello y atraído pedazos de papel. En cambio, los conceptos del sexto grado son muy distintos; en primer lugar, porque no existen experiencias triviales que los justifiquen y en segundo, porque involucran definiciones operacionales.

3. Los estadios de pensamiento concreto y formal

Los contenidos de las secciones dedicadas a la física se pueden clasificar en dos categorías: la primera, conformada por las secciones de los libros de 3o. a 5o. grados y la segunda, por las del libro de 6o. grado. Las denominaremos *concreta* y *formal* respectivamente.

En la categoría *concreta* las actividades de investigación y los temas de contenido hacen énfasis en la observación de los fenómenos naturales y los objetivos pueden caracterizarse por los verbos: identificar, distinguir, comprobar, relacionar. Los conceptos están integrados fundamentalmente por actividades de definición y reconocimiento; es decir, se llama la atención del niño sobre fenómenos cotidianos conocidos, pero no siempre observados con la calidad necesaria, y se le indica el *nombre* con que se conoce la propiedad o fenómeno identificado; en otros casos se busca relacionar, en el sentido causal, dos fenómenos. En la categoría *concreta* los únicos conceptos que no corresponden a propiedades observables directamente (o detectables mediante alguno de los sentidos) son los de *energía* y *fuerza*, sin embargo, se hace un uso muy cotidiano de ellos, el de *energía* como combustible y el de *fuerza* como el esfuerzo físico que todos realizamos con nuestro cuerpo para mover o detener objetos. Además, se identifican en el quinto grado las fuerzas a distancia: fuerza magnética, fuerza eléctrica y fuerza de gravedad.

A diferencia de la primera categoría, la categoría *formal* se caracteriza por el uso de conceptos que involucran definiciones operacionales que se refieren a propiedades

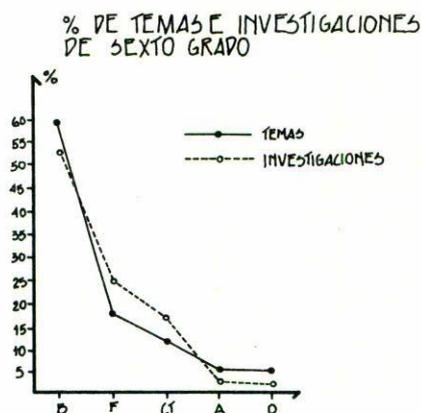


FIGURA 5. Distribución por disciplinas de las actividades de investigación y los temas incluidos en el texto de Ciencias Naturales del sexto grado.

más abstractas y cuya deducción, a partir de la experiencia cotidiana del niño, es difícil; su formulación no depende solamente de la observación directa, sino que implica alguna habilidad analítica. Además, la comprensión de cantidades definidas operacionalmente involucra relaciones de proporcionalidad, características de la etapa de pensamiento formal definido por Piaget. Una vez asimilados los principios y leyes a que nos referimos, y muchos otros, pueden parecer fáciles, pero en su mayoría han tenido que esperar las mejores épocas del desarrollo de la humanidad para ser concebidos; si fueran triviales, sus descubridores o creadores no gozarían de mérito alguno, y probablemente no haría falta la escuela para conocerlos.

Los temas tratados en el sexto grado son fundamentales en el estudio de la física y permanecen en los currícula hasta la preparatoria; sin embargo, paradójicamente son o están relacionados con conceptos cuyo aprendizaje ha sido cuestionado permanentemente.

Con base en lo anterior, y dado que el aprendizaje de la mayor parte de los contenidos de la categoría *concreta* depende mucho menos de la comprensión y del análisis y más de la observación y la memoria (aunque no de manera absoluta), analizaremos con mayor detalle la física en el sexto grado usando sólo algunas referencias a los temas de los otros grados.

4. El sexto grado

El libro de texto de ciencias naturales del sexto grado contiene 17 temas y 36 actividades de investigación, cuya distribución por disciplinas se muestra en la Fig. 5.

Los tres temas de física propuestos son: "El movimiento", "La máquina" y "El trabajo"; el seis, once y doce respectivamente.

Se proponen 36 actividades de investigación para todas las disciplinas, de las que nueve (25%) corresponden a los temas de física; tres a “El movimiento”, cinco a “La máquina” y uno a “El trabajo”.

El promedio de investigaciones por temas es de dos, en general; y de tres para física.

El promedio de temas e investigaciones sobre física en el sexto grado no difiere mucho del de otros grados; se presenta como la segunda más importante después de la biología. Ciertamente, los fenómenos relacionados con la vida están mucho más cerca de los alumnos que cualquier otro. El interés natural por nuestro cuerpo y su evolución son indiscutiblemente temas para los que no es necesario motivar a los estudiantes. Sin embargo para explicar y entender estos fenómenos, tarde o temprano la física es necesaria, aunque esto es quizá poco notorio aún en el nivel de la enseñanza elemental porque la mayoría de los contenidos de biología en los textos tienen carácter descriptivo más que explicativo. Con todo, no deja de sorprender la diferencia entre el promedio de los contenidos dedicados a biología que representan un 54.8% de los temas; mientras que a la física y a la astronomía, que son las que permiten un razonamiento más abstracto y con las que el niño puede empezar a desarrollar modelos operatorios, les corresponde, en conjunto, un promedio de 25.7% de los temas. En cambio, en cuanto a la actividad experimental, la física es la más importante. Discutiremos este punto un poco más adelante.

5. Textos y objetivos

Hasta fines de los años setentas, se editaba un *Libro del maestro* por grados y áreas. Contenía, además del programa por objetivos, sugerencias más amplias sobre los contenidos y las conclusiones que se espera que los estudiantes inferan. Este libro, mejor conocido como el *Auxiliar didáctico*, contenía para cada tema: objetivos de aprendizaje, aspectos a evaluar e información adicional para el maestro sobre los contenidos.

Actualmente, los maestros cuentan con *El libro para el maestro* [3] que sólo contiene una introducción general por grado y otra para cada área (español, matemáticas, ciencias naturales, etc.), los objetivos particulares y específicos y algunas sugerencias de actividades muy puntuales, como por ejemplo:

7.2.3.3 comenta la conveniencia de medir el trabajo mecánico —y, en seguida— siga el procedimiento: datos, fórmula, sustitución, operaciones y resultados.

Los objetivos de los temas, agrupados en Unidades, se dan a conocer en el *Libro para el maestro*. El objetivo más importante del tema de “El movimiento”, es:

5. Explicar de una manera sencilla la ley de la inercia.

Los preparativos se inician en el libro de texto de cuarto grado con el tema 9: "Cómo cambian las cosas". Pregunta el texto:

¿Qué tienes que hacer para que una cosa que está quieta cambie de lugar, o sea, que se mueva?.

Para mover una cosa que está quieta hay que empujarla o jalarla, o sea, aplicar una fuerza sobre ella.

En el tema 12 del cuarto grado, "La energía", dice:

Para hacer cualquier trabajo, necesitamos aplicar una fuerza. Al hacer esto gastamos energía.

Los animales obtenemos de los alimentos, la energía que necesitamos para jugar, para pensar, para crecer, para empujar, o jalar, para correr y para trabajar. Sin energía no podríamos vivir.

En el quinto grado en el tema 11: "Las fuerzas" dice:

...con una pelota, una canica o un coche de juguete:

Pongan en movimiento alguna de estas cosas ¿Qué tuvieron que hacer? Hagan que se detenga cuando se está moviendo, ¿cómo lo lograron?

Hagan que cambie de dirección cuando se esté moviendo. ¿Qué tuvieron que hacer?

¿Qué tienen que hacer para que se mueva más rápido o más lento cuando ya empezó a moverse?

Lo que han hecho en todos estos casos es empezar a mover, detener o cambiar la forma en que se está moviendo un objeto. Para hacerlo es necesario aplicar una fuerza.

Finalmente, en el sexto grado el tema 6: "El movimiento", dedica las tres investigaciones al problema de definir la trayectoria, la rapidez y el sentido de un cuerpo en movimiento; y como culminación de la ley de la inercia dice:

¿Alguna vez has abierto o cerrado un portón o una puerta muy grande? Hazlo. Te darás cuenta de que cuando el portón está sin moverse, tienes que empujarlo o jalarlo muy fuerte para que se empiece a mover. Cuando se está moviendo ya no tienes que empujarlo para que siga moviéndose. Si quieres que se detenga, tendrás que volver a ejercer una fuerza, pero ahora en sentido contrario.

Los cuerpos que están quietos siguen quietos mientras ninguna fuerza lo empuje o los jale y los cuerpos que están moviéndose siguen moviéndose mientras nada los detenga o los empuje.

Haz la prueba a la hora del recreo. Corre muy rápidamente:

¿Tienes que hacer un esfuerzo para empezar a correr? De repente, intenta pararte. ¿Tienes ahora que hacer un esfuerzo para pararte?

Es clara la inducción que se pretende para que el alumno se dé cuenta que aplicando una fuerza puede mover o detener los objetos.

De la experiencia cotidiana no es difícil inferir la primera parte de la ley de la inercia, es decir, que para mover un cuerpo es necesario aplicar una fuerza. En cambio la segunda parte de esta ley dista mucho de ser simple; el hecho de que cualquier cuerpo en movimiento se detenga *solamente* si actúa una fuerza no es una conclusión evidente. Una fuerza puede detener un objeto en movimiento, pero ¿qué ocurrirá si lo dejamos libre? ¿Se detendrá solo? En este caso, el libro, seguramente previendo que la respuesta no es obvia, da la solución, que de ninguna manera parece

una inferencia de la serie de preguntas que la anteceden. Al final del tema sobre el movimiento, el texto postula la ley de la inercia:

Si sobre un cuerpo en reposo no actúa ninguna fuerza, seguirá en reposo. Si sobre un cuerpo que se mueve, no actúa ninguna fuerza, se moverá en línea recta y con la misma rapidez.

Posteriormente, no se hace ninguna mención a su validez o aplicación.

El objetivo más relevante del tema "Las máquinas", desde el punto de vista de la física, es:

3. Explicar el funcionamiento de algunas máquinas simples como la palanca, el plano inclinado, la rueda, la polea, la caña y el tornillo.

Para explicar el funcionamiento de las máquinas simples se introduce el concepto de momento de una fuerza o torca. Aunque en el libro de texto no se menciona explícitamente este concepto, se menciona la importancia de la relación entre la distancia del punto de apoyo al lugar donde se aplica la fuerza y dice: "En las máquinas simples aumentamos la distancia a lo largo de la cual hay que aplicar la fuerza, pero disminuimos el tamaño de la fuerza".

Recuerda que el trabajo mecánico lo podemos expresar como fuerza por distancia. Por tanto, si se necesita hacer un trabajo para mover algo, lo puedes hacer por medio de una fuerza grande que recorre distancia muy pequeña o aumentando lo más que se pueda la distancia, con lo cual disminuye la fuerza.

Pero en ninguna parte del texto anterior a la cita se ha definido lo que es el trabajo mecánico, a pesar de que el párrafo dice *recuerda*. Además, al haberse referido a la importancia del brazo de la palanca en un párrafo anterior, es fácil que se confundan los conceptos de trabajo mecánico y momento de una fuerza. El libro para el maestro no hace ninguna mención al trabajo mecánico (en la parte correspondiente a las máquinas), pero tampoco señala nada con relación a la dirección relativa entre la *distancia y la fuerza*, o que se deban relacionar. Solamente se menciona la dirección de la fuerza en el caso del tornillo, donde se sugiere comentar la dirección de la fuerza aplicada y la de la fuerza obtenida.

Una observación adicional es que, a pesar de que en casi todos los casos en el libro de texto y en los del maestro se tiene el cuidado de decir que una fuerza se aplica o se ejerce, en la investigación 1 del tema sobre las máquinas se menciona: "... la fuerza que tienes que *hacer*..."

Los objetivos específicos más importantes del tema "El trabajo" son:

2. Explicar cómo se puede medir el trabajo mecánico.
3. Explicar en qué consiste el trabajo mecánico.

y se refieren a la definición o interpretación del trabajo mecánico. El libro de texto dice al respecto:

Si al aplicar una fuerza jalando o empujando un objeto éste cambia de lugar, o sea, se mueve, se dice que el trabajo es mecánico.

Si se empuja o se jala algo, pero el objeto no se mueve, no se hace trabajo mecánico, aunque los músculos sí están trabajando y por eso se siente cansancio. El trabajo mecánico se puede medir. Así podemos saber cuánto trabajo se nece-

sita para mover un objeto de un lugar a otro.

El trabajo mecánico se mide multiplicando la fuerza con que empujamos o jalamos una cosa por la distancia que recorrió el objeto en la dirección de la fuerza. Esto se puede describir como:

La fuerza se puede medir en kilogramos, de la misma manera que el peso, que también es una fuerza. La distancia se mide en metros o en otra unidad de longitud.

A pesar de que el texto dice: "El trabajo mecánico se mide multiplicando la fuerza con que empujamos o jalamos una cosa por la distancia que recorrió el objeto en la dirección de la fuerza", no se hace ninguna otra mención adicional y la afirmación anterior parece pasar desapercibida. En el libro para el maestro no se menciona nada acerca de la dirección de la fuerza y la distancia para el cálculo del trabajo; sin embargo, en el objetivo donde se pide explicar el trabajo mecánico, se sugiere citar algunos ejemplos donde a pesar de realizar un esfuerzo (fuerza física) no se realice trabajo.

Es curioso que, mientras en el tema 6, sobre el *movimiento*, se hace fuerte énfasis en los conceptos de dirección y sentido, al llegar a los temas 11 y 12, donde su utilidad se haría evidente, casi no se mencionan.

6. Las investigaciones

Una de las propuestas más interesantes de los libros de texto son las investigaciones. Haberlas incluido como parte fundamental de los temas refleja la importancia que dan los textos a las actividades prácticas, la experiencia, y a la relación entre los fenómenos naturales, los que ocurren permanentemente a nuestro alrededor, y los conceptos, principios y leyes que aprendemos en la escuela.

En el *Libro para el maestro* no se dedica espacio alguno para resaltar el papel que deben jugar las actividades experimentales en general. Solamente en "*actividades que se sugieren*" para cada objetivo específico, se menciona de manera muy vaga lo que el maestro debe esperar que el alumno aprenda al realizar alguna investigación, y la mayoría se presentan como actividades complementarias para comprobar u observar algo ya sabido.

De las cuarenta investigaciones del tercero al sexto grados, en veintiséis el *Libro para el maestro* señala que son para "observar" o "comprobar", cuatro ni siquiera son mencionadas y en once se mencionan objetivos como "relacionar", "demostrar" o "discutir". Es decir que, en general, se sugiere que el maestro utilice las actividades de investigación para reforzar algo que ya "vio" en clase, lo que está en franca contradicción con la estructura de las preguntas planteadas en los textos que pretenden usar a los experimentos como trampolín para razonar y sacar conclusiones, para que los niños descubran, más que comprueben y observen el fenómeno en general, y no exclusivamente lo que el maestro ya les dijo que iba a ocurrir, o lo que éste considera importante. Los textos están diseñados para inducir el razonamiento crítico en los alumnos sin ofrecer de manera trivial, en la mayoría de los casos, la conclusión correcta, de tal forma que ponen mayor énfasis en el método, en la estrategia, que

en la información aislada; aunque esto no se refleja, desgraciadamente, en el *Libro para el maestro*.

Al parecer, no se pretende que todas las investigaciones propuestas en los libros de texto se realicen en el salón de clases. Aunque ni los libros para el maestro ni los de texto señalan ésto explícitamente, en un buen número de actividades los requerimientos son difíciles de satisfacer en el aula o el tiempo para lograr los arreglos necesarios es suficiente. Por otra parte, algunas de las investigaciones no resultan, o las instrucciones son insuficientes o poco claras, como en el caso de las investigaciones 2 y 3 de la unidad "Sonido, luz y calor" de tercer grado y la investigación 5 del tema "Las máquinas" de sexto grado.

No todas las investigaciones son representadas de la misma manera; es decir, mientras que en algunos casos se afirma o postula una ley general y se pretende realizar el experimento para "comprobarla", como en el tema 9 "Cómo cambian las cosas" del cuarto grado, en otros, como en el caso de la ley de la inercia, se pretende que los alumnos encuentren inductivamente esa ley y para ayudarlos se les propone una serie de experimentos y preguntas. Las condiciones mínimas para que esta metodología dé resultados positivos son un excelente manejo del contenido por parte del maestro y el conocimiento de las experiencias previas de los niños, de tal manera que el docente sea capaz de utilizar los ejemplos *ad hoc* adicionales a los del texto que permitan al niño el desarrollo y comprensión de los razonamientos inductivo y deductivo y la capacidad de manejar modelos operatorios. Desgraciadamente, la información para el maestro que aportan los libros es, con mucho, insuficiente, tanto desde el punto de vista conceptual como metodológico.

Los libros de texto presentan los conceptos teóricos como verdades absolutas que se pueden concluir de experimentos sencillos, exagerando, desde mi punto de vista, el carácter experimental de la física y dejando completamente de lado su construcción teórica.

Ciertamente, la observación de los fenómenos es importante, pero insuficiente para la comprensión de los conceptos físicos; el sobreestimar el valor de la experiencia y la manipulación tiende a presentar a la ciencia más como un arte o un oficio que como un sistema teórico coherente que explica los fenómenos naturales, pero que no es una representación exacta de la realidad.

Por otra parte, tampoco se dedica espacio a la historia de los conceptos. Se presentan como hechos que hay que comprender o aprender, que existen independientemente de nosotros y que sólo esperan ser "vistos". Su historia se reduce a la fecha en que fueron encontrados. Así, el desarrollo de la ciencia parece un proceso meramente acumulativo y no producto de un momento.

En cuanto a la integración de la física con las demás disciplinas del área de ciencias naturales, ésta no deja de parecer un granito de otro color. Es, probablemente, la menos integrada. Fuera del concepto de energía que eventualmente es usado en otros temas, los demás conceptos físicos se emplean casi exclusivamente en los temas que hemos clasificado como de "física".

En el caso de los temas de "El trabajo" y "Las máquinas", nos parece poco afortunada su presentación al pretender integrar conceptos teóricos de física que tienen una definición precisa en este contexto (trabajo mecánico y momento de una

fuerza), con cuestiones sobre el papel y uso de la tecnología y el trabajo del hombre en la historia. Estos últimos conceptos sociales revisten gran importancia, pero se trata en definitiva de dos cosas distintas, que pueden más bien confundir en lugar de ayudar. Por ejemplo, en el caso de el trabajo mecánico, una de las dificultades más serias de los estudiantes de preparatoria es que lo confunden con esfuerzo físico.

Reconocemos que es imposible que los libros de texto contengan todo, o que satisfagan sin excepción las necesidades de distintos grupos étnicos o sociales; sin embargo es igualmente importante reconocer la necesidad de que en el país se cuente con un tronco básico uniforme de referencia en la educación elemental, cuyo contenido está precisamente en el libro de texto; de tal manera que hay que referirse a éstos, no como el único material de apoyo (aunque en la realidad esto es lo que ocurre), sino como el mínimo.

El maestro en ejercicio depende académicamente del *Libro para el maestro* y del libro de texto (algunos cuentan con el desaparecido *Libro del maestro*), lo que resulta insuficiente para las expectativas de la reforma educativa. Uno de los apoyos más usados por los maestros son las enciclopedias, cuya estructura no favorece en nada la propuesta metodológica de los libros de texto. Adicionalmente, como dijimos antes, los temas de física (en particular los de sexto grado) no son producto de inferencias sencillas y su aplicación a los fenómenos cotidianos tampoco es evidente; el uso de diccionarios didácticos o enciclopedias sólo refuerza la idea mecanicista de los conceptos y su aplicación.

Los libros de texto de por sí, hacen poco énfasis en la reflexión teórica y en el carácter instrumentalista de algunos de los modelos y conceptos físicos; por esto, los materiales de apoyo más necesarios son aquéllos que pudieran contener muchos ejemplos, diversas aproximaciones para abordar los problemas cotidianos usando las teorías generales y el uso de paradojas.

Los temas de "El trabajo" y "Las máquinas" se presentan también en los textos y en el *Libro del maestro* ausentes de alguna reflexión sobre su importancia y características teóricas, y como ambos involucran el uso del concepto de *fuerza*, es previsible la dificultad para su comprensión.

A pesar de que al revisar los temas relativos a física, es notoria su continuidad, en ninguno de ellos aparece referencia explícita a los anteriores; incluso, en algunos casos se repiten actividades muy parecidas sin mencionar que ya fueron realizadas en otro grado o durante el mismo; tampoco aparecen referencias que relacionen los temas de física con los de otras disciplinas ni se incluyen los prerrequisitos en ninguno de los temas, por lo que cada tema aparece como un elemento autoconsistente. Lo anterior permite que cada región e incluso cada escuela pueda formar su propio currículum con base en los textos, omitiendo incluso algunos temas, pero en la realidad creo que al no existir hasta ahora una participación organizada de los docentes en este aspecto, la estructura "modular" de los textos ha representado más bien una dificultad.

Puesto que las experiencias de los niños son distintas, sus habilidades, destrezas y conocimientos también lo son. Un tema que puede parecer trivial a un niño rural puede ser toda una experiencia para un niño urbano. Los contenidos de los libros de texto, como dijimos antes, deben ser tomados como parámetros mínimos o, cuando

mucho, promedios de lo que el niño debe saber y no de lo que el maestro debe cubrir. Un tema familiar para niños urbanos puede sólo ser mencionado y las investigaciones pueden coincidir con la experiencia cotidiana de los alumnos de tal forma que solamente sea necesario reflexionar sobre esa experiencia y llamar la atención sobre los elementos que no son evidentes; en cambio, el mismo tema pudiera ser ajeno a otro grupo de alumnos y en este caso sería conveniente que cada niño realizara el experimento en el salón de clase y probablemente le sería también útil construir o realizar en su totalidad los arreglos para hacer el experimento.

Entre los extremos anteriores hay toda una gama de enfoques que dependen de la formación de los alumnos, y la selección adecuada sólo la puede hacer el maestro; sin embargo esto será casi imposible si ni el mismo docente comprende los contenidos o la finalidad de los temas.

Finalmente, pensamos que se debe dar una complementación paulatina pero permanente de los libros de texto por regiones y que pudieran ser los mismos maestros, asesorados por profesionales de la física, quienes produjeran y diseñaran una buena parte del material de apoyo para los estudiantes y para ellos mismos. Recientemente se han visto favorecidas las reuniones y seminarios magisteriales para abordar los problemas cotidianos y, en muchos casos, se ha propiciado el inicio de investigaciones con características más bien socio-antropológicas; estos mismos grupos podrían iniciar trabajos sobre la adaptación, enriquecimiento y hasta modificación de los contenidos.

Referencias

1. SEP, *Ciencias Naturales. Sexto grado. Libro del Maestro*. México, (1977)
2. Utilizamos para nuestro análisis las ediciones de 1984 de los libros de texto de *Ciencias Naturales* del tercero, cuarto, quinto y sexto grados.
3. Utilizamos la edición 1985 del *Libro para el maestro* del tercero, cuarto, quinto y sexto grados.

Abstract. An analysis of the experimental and theoretical contents in obligatory textbooks in elementary school is presented. Conclusions point to the insufficiency of books as the only material to be used by students and teachers. The pursual of interdisciplinary work to produce new material according to regional needs is proposed.