

DIAGNÓSTICO SOBRE EL CONOCIMIENTO DE FÍSICA DE LOS PROFESORES DE SECUNDARIA EN MÉXICO*

VEGA MURGUÍA¹, EDUARDO JOSÉ; FLORES CAMACHO¹, FERNANDO; GALLEGOS CÁZARES¹, LETICIA; CRUZ CISNEROS², JESÚS MANUEL y ULLOA LUGO³, NORMA

¹ Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM.

² Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

³ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Palabras clave: Física; Evaluación; Profesores; Conceptos; Conocimientos.

INTRODUCCIÓN

Dentro del contexto educativo mexicano uno de los problemas más urgentes es la formación de los profesores en el área de ciencias naturales (Flores y Barahona, 2003; Serna y Valdés, 2003). Esta urgencia se justifica en múltiples factores, por ejemplo los resultados insuficientes de los alumnos de secundaria en las pruebas internacionales (OECD, 2003), los escasos resultados mostrados por los profesores en los exámenes nacionales de acreditación y la evaluación de los cursos nacionales de actualización llevados a cabo recientemente (Flores et al, 2004; Gallegos, Flores y Valdés, 2004).

Para que esta problemática pueda ser abordada de manera sistemática, es necesario contar con un diagnóstico, lo más preciso posible, de los niveles de comprensión y de posibilidad de explicación de los temas científicos por parte de los docentes. Esta consideración motiva este trabajo.

OBJETIVO

Conocer el nivel de comprensión de los conceptos básicos de física que tienen profesores de secundaria en diez tópicos centrales de la educación secundaria.

MARCO TEÓRICO

El éxito de las reformas educativas de los nuevos programas está en función de la actualización y capacitación de los profesores. Las reformas deberán entonces convertirse en nueva fuente de la actividad docente mediante un proceso de transformación de su forma de ver el problema educativo pero, también, desarrollar su capacidad y habilidad para proponer nuevas alternativas de abordar los conceptos básicos con los estudiantes.

* La investigación fue financiada por la Secretaría de Educación Pública de México.

El dominio de los contenidos sigue siendo uno de los principales problemas. En el trabajo de Flores y sus colaboradores (2004) antecedente a éste, se muestra que los profesores del área de Ciencias Naturales presentan un dominio inferior al deseable con relación al nivel que enseñan. Sin embargo, ese trabajo no da cuenta del nivel de comprensión conceptual de los profesores cuyo conocimiento es necesario para construir una base sólida para la elaboración de programas de actualización docente.

DESARROLLO

Muestra

La muestra consiste de 134 profesores, provenientes de 10 de los 32 estados de la República Mexicana. Tanto la muestra de los 10 estados como la de los profesores en cada una de las entidades federativas fueron seleccionadas al azar. Para el análisis se consideraron los siguientes factores: ubicación de la escuela de los profesores (66.4% urbana, 24.6% rural y 9% sin información), género (35.8% mujeres y 64.2% hombres) y formación académica (1.5% de bachillerato, 85.1% de licenciatura, 11.9% de maestría y 1.5% sin información).

Instrumentos

Se construyeron dos cuestionarios equivalentes, con 15 reactivos cada uno, tratando diez temas representativos de los programas oficiales de la Secretaría de Educación Pública de México (SEP, México. 1993) cada cuestionario cubre cinco temas con tres preguntas de cada una. Los cuestionarios fueron previamente validados al aplicarlos a una muestra piloto.

Los temas por cuestionario son:

Cuestionario A

Aceleración, Naturaleza discreta de la materia, Gravitación, Electroestática y Movimiento ondulatorio.

Cuestionario B

Modelo atómico, Fuerza, Calor, Inducción Electromagnética, y Energía y su Transformación.

Niveles de comprensión

Para averiguar los niveles de comprensión, cada una de las tres preguntas por tema se ubica en uno de los niveles que se describen abajo. La confiabilidad obtenida para los cuestionarios A y B corresponde a un coeficiente alpha de 0.8832 y de 0.8525 respectivamente. A continuación se define cada nivel y se presenta un ejemplo.

Nivel 1. Implica el conocimiento de los conceptos elementales mínimo para un programa inicial de física en secundaria.

Ejemplo. Tema Aceleración

Explique qué entiende por un movimiento acelerado, use un ejemplo de este tipo de movimiento.

El concepto de aceleración permite caracterizar un tipo de movimiento en el que la velocidad varía. La identificación de este tipo de movimiento se basa en la comprensión del concepto de aceleración, lo cual no es lo más fácil pero sí lo fundamental.

Nivel 2. Se refiere a un conocimiento básico de la física que le permita al profesor moverse con solvencia en los cursos de los tres grados de la secundaria. (Conocimientos de relaciones entre conceptos, expresión de los conceptos en forma matemática o simbólica. Pueden hacerse explícitas algunas predicciones fundamentales)

Ejemplo. Tema Gravitación

Se dejan caer dos objetos de peso diferente desde la misma altura, por ejemplo un ladrillo y un pequeño trozo de madera: a) ¿Cuál llega primero al suelo? b) ¿Cómo explicaría su respuesta tomando en cuenta la ley de Gravitación de Newton?

En este caso la comprensión de la ley de Gravitación de Newton, permite una explicación adecuada de los

fenómenos que la involucran. Es por ello, que, después del reconocimiento de la existencia de la gravedad, la ley de Gravitación de Newton es fundamental para la interpretación de distintos fenómenos de la mecánica, en especial la caída de los cuerpos de masa diferente, planteada en esta pregunta.

Nivel 3. Corresponde a un nivel de conocimiento más amplio y profundo tal que le permitiría al profesor abordar temas al nivel correspondiente al bachillerato. (Capacidad para solucionar problemas conceptuales, experimentales, para dar explicaciones a diversos fenómenos y para establecer relaciones matemáticas entre conceptos más complejos).

Ejemplo. Tema Energía y su transformación

Cuando una persona clava un clavo, el martillo lleva una cierta velocidad cuando lo golpea y ejerce una fuerza sobre él desplazándolo. Después de golpear el clavo el martillo se frena. Así, la energía cinética del martillo pasó de cierta cantidad, a cero. a) ¿Qué ha pasado con la energía cinética del martillo? b) ¿Qué relación hay entre la energía cinética que tenía el martillo inicialmente y la distancia que se desplazó el clavo al ser golpeado con el martillo?

La aplicación de la conservación de la energía involucra varias formas de energía, el trabajo y la producción de calor como forma de energía que se disipa en el proceso en que ocurre la transformación. De esta manera, la explicación detallada de este proceso es más compleja y requiere de un análisis conceptual y matemático más completo, resultando de un mayor nivel de profundidad que las dos preguntas anteriores.

RESULTADOS

Los cuestionarios fueron calificados por dos de los investigadores, la calificación final de cada *item* se asigna por el promedio de ambas, las calificaciones se ponderan en una escala de 0 a 100.

Los resultados se organizan en 5 tablas y se analizan estadísticamente. Se destaca que la media de calificación obtenida por la totalidad de la muestra es de 33.2 (en escala de 0 a 100) con una desviación típica de 14.4. La media general se relaciona con las medias obtenidas por: tipo de escuela, género y profesión. Así mismo, se presentan las calificaciones, por tema, por nivel de dominio alcanzado y por estado.

Tipo de escuela

La ubicación de la escuela donde labora el profesor se clasificó como urbana o rural sus resultados se muestran en la tabla 1.

TABLA 1

Tipo de escuela	Media	Desv. Típica
Rural	29.2	14.7
Urbana	34.4	13.8
Otras	36.0	17.0
Total	33.2	14.4

Los cálculos estadísticos muestran que no hay diferencias significativas con la media general y, de hecho, los promedios son muy cercanos entre sí pese a que predomina la población urbana. Esto se corrobora con una prueba de Chi-cuadrado que da el valor de $\chi^2 = 265.21$ con $p \leq 0.36$.

Género

Los resultados al considerar el factor de género se presentan en la tabla 2.

TABLA 2

Género	Media	Desv. Típica
Hombre	35.3	14.3
Mujer	29.6	13.9
Total	33.27	14.4

No existen diferencias significativas en los promedios y sus desviaciones, aunque cabe hacer notar que la muestra de mujeres es menor a la de los hombres.

Media por Estados

Los promedios de las calificaciones obtenidos en cada estado se ubican en un rango de 26.4 a 37.1 y las desviaciones típicas de 9 a 20, estas diferencias no son estadísticamente significativas en lo general, ya que no hay un conjunto de estados que muestre diferencias importantes. Los estados con mayor y menor puntuación (Aguascalientes y Tabasco respectivamente) no difieren mucho del promedio general, por lo que puede afirmarse que éste es representativo de la situación en todos los estados analizados.

Nivel de estudios de los profesores

Los resultados asociados al nivel de preparación de los profesores se presentan en la tabla 3.

TABLA 3

Nivel de estudios	Media	Desv. Típica
Bachiller	19.0	
Licenciatura	32.6	14.5
Maestría	39.0	11.8
Sin información	36.0	
Total	33.3	14.4

La media de conocimiento obtenida se incrementa conforme aumenta el nivel de estudios, pero sorprende que aún quienes reportan tener una maestría (no necesariamente en la disciplina) muestran también un promedio bajo.

Nivel de comprensión

Los resultados ponderados de la calificación asociada a los niveles de comprensión del total de la muestra se presentan en la tabla 4.

TABLA 4

Nivel	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
1	0.0	72.7	41.5	16.6
2	0.0	75.3	33.4	16.4
3	0.0	61.3	24.9	15.3

Se observa que las medias de las calificaciones presentan una variación descendente. Las calificaciones más altas son del nivel 1. Aún considerando las desviaciones típicas en los tres niveles, el promedio es deficiente para la mayoría de los profesores. Los valores máximos muestran que no hay profesores que alcancen el mínimo básico en todos los temas.

Tema

Los resultados por temas se presentan en la tabla 5. Estos están ponderados al número de profesores que los contestaron y muestran ligeras diferencias no estadísticamente significativas.

Los bajos valores medios y sus desviaciones muestran un dominio deficiente de los temas en la mayoría de los profesores, aunque los máximos indican que algunos de ellos tienen un conocimiento adecuado y aceptable. Los temas que salen mejor evaluados son: Estructura de la materia, Calor y Energía, y los que reflejan un conocimiento casi nulo son: Movimiento ondulatorio y Electromagnetismo, que generalmente son poco analizados en clase.

TABLA 5

Tema	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Cuestionario A	69				
Fuerza		0.0	84.4	29.1	18.5
Naturaleza de la materia		0.0	100.0	38.0	25.4
Gravitación		0.0	73.3	38.2	19.4
Electrostática		0.0	91.1	30.5	19.2
Mov. ondulatorio		0.0	66.6	21.9	18.5
Cuestionario B	65				
Estructura de la materia		5.5	85.5	44.7	16.2
Mov. acelerado		4.4	66.4	30.4	15.4
Calor		6.6	82.2	41.9	15.4
Electromagnetismo		0.0	67.7	21.3	17.3
Energía		0.0	74.4	40.5	19.0

Ideas previas y algunas consideraciones específicas

Los promedios tan bajos obtenidos en cada uno de los temas parecen tener origen en las ideas previas y en la existencia de problemas conceptuales severos, como podemos vislumbrar en las respuestas a los cuestionarios.

Se evidencian confusiones entre fuerza y energía, en las leyes del electromagnetismo, etcétera. Por otro lado, se encuentra que los profesores sustituyen las explicaciones que se les solicitan enunciando leyes o términos, por ejemplo, ante cierta pregunta, responden: “es por la conservación de la energía”; “es debido a la fuerza”; “se explica por la ley de inducción”.

Un ejemplo de las ideas previas que expresan, se refieren al calor y la temperatura, a saber:

“El calor es la energía de las moléculas.” (46.2%)

“La temperatura corresponde a la medida o grado de la energía que tiene un cuerpo.” (40%)*

En ambos tipos de respuestas se aprecia que la idea del calórico continúa presente.

El mejor resultado del tema de calor (tabla 5) puede deberse a respuestas acertadas o parcialmente acertadas que en el primer nivel pueden darse al expresar definiciones aprendidas de memoria como:

“El calor es energía en tránsito” (20.0%)

“La temperatura es el promedio de la energía cinética de las moléculas” (23.1%)

CONCLUSIONES

a) Niveles de comprensión

Este rubro presenta una variación descendente (Tabla 4). En los tres niveles el promedio es deficiente y sin calificaciones aprobatorias.

En el nivel 1, las deficiencias, siempre existentes, son menos notables. Este nivel atiende a los fundamentos de las disciplinas, pero no es suficiente para enseñar los programas oficiales de secundaria.

Los conocimientos en el nivel 2, en principio, serían suficientes para enseñar física en la secundaria, sin embargo, los resultados son muy bajos. El promedio temático muestra la presencia de problemas conceptuales que reflejan la incomprensión de los aspectos más básicos de la física, así como las ideas previas

* Los porcentajes están ponderados a los 65 profesores que presentaron el cuestionario B donde aparece esta pregunta.

muestran a su vez visiones sobre los conceptos científicos que no favorecen una comprensión clara y suficiente para un dominio como el que se esperaría de los profesores en este nivel.

En cuanto al nivel 3 los resultados son aún más bajos. Los puntajes obtenidos y los problemas detectados con la simbología, el manejo algebraico y de vectores en situaciones básicas, muestran dónde se encuentran las principales deficiencias.

b) Implicaciones educativas y en la formación de los profesores

Los resultados muestran que hay problemas importantes en cuanto a la preparación de los docentes de secundaria y que, por consiguiente, el conocimiento, comprensión y dominio que tienen de las asignaturas que enseñan está por debajo de lo deseable. Lo cual repercute negativamente en el desempeño de su labor docente.

Se requiere urgentemente elevar la calidad de formación las nuevas generaciones de profesores así como la capacitación y actualización de los que están en servicio, tanto en los aspectos que les permitan dominar los contenidos de la física así como en los procedimientos novedosos para que sean más efectivos al abordar los conceptos de física con los estudiantes.

REFERENCIAS

- FLORES, F. y BARAHONA, A. (2003) Currículo de Educación Básica, Contenidos y Prácticas Pedagógicas. En Waldegg, Barahona, Macedo y Sánchez (eds) *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*. México: SEP-OREALC-UNESCO, pp. 13 – 36.
- FLORES, F., et al (2004) El Efecto de los Cursos Nacionales de Actualización: Análisis de los Materiales Instruccionales, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 20, (en prensa)
- GALLEGOS, L., et al (2004). Transformación de la Enseñanza de la Ciencia en Profesores de Secundaria. Efectos de los Cursos Nacionales de Actualización. *Perfiles Educativos*, No. 103 (en prensa).
- OECD (2003). Reading for change: Performance and engagement across countries, results from PISA 2000, París: OECD
- SERNA, O. y VALDEZ, R. (2003) Actualización Docente. En Waldegg, Barahona, Macedo y Sánchez (eds) *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*. México: SEP-OREALC-UNESCO, pp. 55 – 78.