

La concepción en el estudiante de la luz como una onda electromagnética



Silvia Gpe. Maffey García

Estudiante de doctorado en Física Educativa en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Av. Legaria 694, Col. Irrigación, C. P. 11500, México D. F.

E-mail: smaffey@ipn.mx

(Recibido el 28 de Enero de 2010; aceptado el 23 de Octubre de 2010)

Resumen

El concebir en la mente a la luz como una onda electromagnética no es algo sencillo, requiere de un nivel de abstracción elevado, por lo que generar ésta en un estudiante de bachillerato constituye un reto para el profesor en lo personal y por consecuencia es un elemento de estudio para la Física Educativa como disciplina. El presente trabajo consiste en un análisis tanto de los conocimientos previos que debe poseer un estudiante para llegar al que ahora interesa, como los procesos mentales necesarios para llegar al nivel de abstracción requerido para concebir en la mente a la luz como una onda electromagnética. Para el análisis mencionado se ha recurrido a las características propias del saber más a la teoría de la psicología cognitiva para lo referente a los procesos mentales implícitos.

Palabras clave: Procesos mentales, luz como onda electromagnética, conceptualización.

Abstract

The conception in the mind about the light like an electromagnetic wave is not a simple task. It requires a high abstraction level, then the generation of this in a student is a threat for the teacher and it is a study element for the physical education. This paper contents an analysis about the previous knowledge that a student have to have and the mind processes that him need to reach the abstraction level required to conceive in the mind the light like an electromagnetic wave. For this analysis it is used the proper characteristic of the knowledge and the the theory of the cognitive psychology for the mind processes.

Keywords: Mind processes, light like an electromagnetic wave, conceptualization

PACS: 42.25.Fx, 01.40.gb, 01.40.Ha

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La realidad del mundo de los albores del siglo XXI es que éste se vuelve cada vez mas tecnológico, por lo que el conocimiento y la comprensión de las ciencias en general y por ello de la física en lo particular se vuelve imprescindible para la población en general, pero más aún para los hoy jóvenes estudiantes quienes en pocos años habrán de tener sobre sí la responsabilidad de sí mismos y de su entorno. [1]

Tan es así que, el *Before It's too late: A report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century* señaló cuatro razones esenciales por las que era necesario aumentar la competencia científica y matemática de los estudiantes: la rapidez del cambio económico global, el papel de las matemáticas y las ciencias en la diaria toma de decisiones, sus estrechas relaciones con la seguridad nacional (de los E. U., donde se emitió el documento de referencia) y su papel intrínseco en la definición y caracterización de la vida actual, la historia y la cultura [2].

Si bien el reporte citado, es un documento emanado del departamento de educación de los Estados Unidos, las razones que esgrime para incrementar la competencia científica y matemática de los estudiantes, son fácilmente transferibles al contexto de cualquier nación, con base en ello, el interés en la investigación en física educativa se justifica por sí solo.

El campo de estudio de la física educativa es mas basto aún que el de la propia física, por ocuparse no solo de la transmisión y adquisición de los diversos conocimientos de ésta misma, sino de las dificultades inherentes a estos procesos, los elementos de apoyo a ellos, las características de los aprendices, los perfiles y estilos de los profesores, los modelos educativos y un largo etcétera. En este trabajo en particular, nos ocupamos de uno solo de éstos, la concepción en el estudiante de la luz como una onda electromagnética.

Lograr que un estudiante de bachillerato pueda conceptualizar a la luz como una onda electromagnética, con todos los conocimientos previos que esto requiere y los procesos mentales implícitos en ello resulta un reto para un docente de física y un importante objeto de estudio para la

física educativa como disciplina, en aras de contribuir al ya mencionado incremento de competencia científica y matemática, amén de sentar las bases necesarias para una formación profesional en la rama de la ingeniería y las ciencias físico matemáticas.

II. DESARROLLO

Para lograr conceptualizar a la luz como una onda electromagnética y más aún, modelarla mediante una ecuación, es necesario transitar por un largo camino de adquisición de conocimientos tanto de física como de matemáticas, en los cuales se encuentra inmersa toda una serie de procesos mentales de memoria, comprensión, aplicación, análisis y síntesis, sujetos éstos a un viaje constante de ida y vuelta entre lo concreto y lo abstracto.

De hecho, no se trata de un solo camino, sino de dos principales: la matemática y la física y ésta en dos vertientes iniciales: la mecánica y el electromagnetismo. A continuación se describen éstos.

A. El camino de la matemática

Inicia con el estudio de la aritmética, en el cual se debe transitar por los conceptos de: cantidad, número, operación, división y razón, esencialmente. Al llegar a este punto, el camino se incorpora al del álgebra, en la cual el estudiante debe aprender lo que es: variable y constante, término y ecuación.

Por otro lado, está el camino de la geometría, cuya ruta sigue por los conceptos de: punto, recta, triángulo y como caso particular de éste, el de triángulo rectángulo. Éste alimenta el de la trigonometría, cuyas estaciones en nuestro estudio son: razón trigonométrica, función trigonométrica y la gráficas senoide y cosenoide.

El álgebra y la trigonometría confluyen en las ecuaciones trigonométricas.

El camino de la matemática tiene una tercer raíz, el cálculo en cuyo estudio es necesario considerar las ideas de: función, variación y cambio, infinitésimos, límite, hasta llegar a la diferencial. Al llegar a este punto, las matemáticas ya tienen una sola ruta hacia la luz, consistente en: ecuaciones diferenciales trigonométricas y particularmente la ecuación de onda [3, 4, 5].

B. El camino de la física

Por este lado, la pista se forma a partir de dos carreteras: la mecánica y el electromagnetismo, que surge de dos veredas: la electricidad y el magnetismo.

En el estudio de la mecánica hay que aprender lo que es: partícula, fuerza, movimiento, desplazamiento, tiempo, velocidad, movimiento armónico simple, movimientos periódicos, movimiento ondulatorio y finalmente el concepto de onda.

La vereda de la electricidad recorre los puntos: carga eléctrica, campo eléctrico y corriente eléctrica, mientras que la del magnetismo: imán o dipolo magnético y campo magnético. La conjunción de éstas es el electromagnetismo, que en su recorrido conduce por: campo magnético

generado por una corriente eléctrica, campo eléctrico generado por un campo magnético variable, y campo magnético generado por un campo eléctrico variable [6].

La carretera del electromagnetismo confluye con la de la mecánica en las ondas electromagnéticas. El punto siguiente en la ruta es donde confluyen la matemática y la física: la ecuación de onda electromagnética y se llega a la luz, que es una onda electromagnética, modelada matemáticamente por una ecuación trigonométrica [7].

C. Los procesos mentales

Así como en el recorrido de un camino del mundo real se requiere un proceso, ya sea caminar, pedalear o conducir un vehículo automotor, en esta metáfora, tales procesos son mentales y consisten en repetidos viajes de ida y vuelta entre lo abstracto y lo concreto, lo conceptual y lo tangible, para lograr el nivel de abstracción implícito en la conceptualización de la luz como una onda electromagnética, modelable por medio de una ecuación de onda.

Revisemos algunos de estos procesos. Afirmando que el concepto de cantidad es concreto (lo cual, en realidad resulta discutible), su representación simbólica es justamente solo eso, una representación visual que ayuda a la representación mental, tras lo cual el paso a la idea de operación ya constituye un proceso de abstracción mental pues se realiza entre entes simbólicos. Al llegar al concepto de ecuación, ésta normalmente es un modelo matemático de una porción de la realidad, es decir, se trata de una abstracción surgida de una conjunción de abstracciones: variable, operación, etc.

Por el lado de la mecánica, partícula es en sí mismo un mero concepto, una invención de los físicos para simplificar el estudio de la realidad, fuerza es un concepto casi carente de definición, pero palpable en más de un sentido; el movimiento es un fenómeno de la realidad, por tanto concreto, pero su estudio requiere de un aspecto tangible, el desplazamiento el cual es visible, palpable e incluso medible, mas un aspecto intangible pero medible, el tiempo; los que a su vez se conjugan en una operación entre ellos: la velocidad que es fenómeno físico pero medible solo en función de los dos anteriores.

La electricidad reviste su propia dificultad en la concepción mental de ésta, pues el propio concepto básico, la carga eléctrica no es observable más que por sus efectos, el campo eléctrico es una realidad que puede percibirse pero su representación por medio de líneas de fuerza ya constituye un recurso y no un tangible.

Finalmente, la llegada a la concepción de la luz como una onda electromagnética es un concepto abstracto surgido de otros de las mismas características: la onda y el campo electromagnético, con un detalle adicional, la luz tiene la misma naturaleza que las ondas usadas para convertir granos en palomitas de maíz en el horno de microondas de la casa y que los rayos X con se toman radiografías.

El llegar a esta complejidad, requiere recursos didácticos que van mucho más allá de el mero discurso escolar, la mente no trabaja por sí sola abstracción sobre abstracción, requiere pasar a cosas concretas entre un estado de abstracción y otro, para lo cual, en el ámbito escolar se hace

III. CONCLUSIONES

necesario el empleo de elementos auxiliares, como gráficos, imágenes, simulaciones, metáforas, analogías, etc. , que juegan el papel de elementos que hacen parecer concreto lo que ya es abstracto, para poder operar con ello y el resultado convertirlo en un nuevo constructo abstracto.

Un método que en muchas ocasiones facilita este tránsito en el ámbito de la física es el método del aprendizaje activo de la física, que fue desarrollado en la última década y ha demostrado en diferentes países industrializados su utilidad para que los estudiantes comprendan conceptos físicos básicos.

El uso del Aprendizaje Activo permite que los estudiantes sean conducidos a su conocimiento a partir de la observación directa del mundo real. Concretamente, este método consta de varios pasos:

- Predicción.
- Observación.
- Discusión.
- Síntesis.

El principal valor de esta metodología consiste en que los estudiantes pueden contrastar sus suposiciones basadas en sus creencias previas, con la realidad, siendo ésta y no el profesor, quien que valide o refute esas concepciones anteriores. Además, en virtud de que la discusión con los compañeros es un elemento de la metodología, son los estudiantes quienes actúan como constructores de su propio conocimiento [8].

Considerando la discusión, elemento fundamental del método de aprendizaje activo de la física, es claro que éste se apoya fuertemente en el llamado aprendizaje cooperativo, mismo que en sus propios componentes muestra sus ventajas para el desarrollo de competencias genéricas, lo cual es una virtud adicional:

- Fomenta la interdependencia positiva.
- Promueve la interacción promocional cara a cara.
- Desarrolla la responsabilidad y valoración personal.
- Favorece el incremento de habilidades interpersonales y de manejo de grupos pequeños.
- Alienta el procesamiento en grupo [9].

El lograr concebir a la luz como una onda electromagnética y a su vez, modelarla por medio de una ecuación de onda, requiere de contar con una larga lista de conceptos ya perfectamente incorporados a los esquemas mentales del estudiante y un nivel de madurez que permita la construcción de conceptos abstractos a partir de otros conceptos abstractos.

Para alcanzar tal nivel de abstracción es necesario contar con recursos pedagógicos que faciliten el tránsito bidireccional entre lo abstracto y lo concreto, entre los cuales se cuenta entre otros con el método de aprendizaje activo de física que enana de sus etapas se apoya en el aprendizaje cooperativo, mismo que por sí mismo cuenta con ventajas adicionales pues favorece el desarrollo de competencias genéricas.

REFERENCIAS

- [1] Bruning, R., *et al.*, *Psicología cognitiva y de la instrucción*, (Pearson educación, México, 2005).
- [2] National Commission on Mathematics and Science teaching for the 21st Century, *Before It's too late: A report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century*, (Department of Education, Washington, D. C., 2000).
- [3] Barnett, R., *Algebra y Trigonometría*, (Mc Graw-Hill, México, 1988).
- [4] Ortiz, F. J., *Matemáticas 2. Geometría y Trigonometría*, (Publicaciones Cultural, México, 1991).
- [5] Purcell, E., *et al.* *Cálculo diferencial e integral*, (Pearson Educación, México, 2001).
- [6] Resnick, R., *et al.*, *Física. Vol. 1 y 2*, (Grupo Patria Cultural, México, 2006).
- [7] Hecht, E. y Zajac, A., *Óptica*, (Fondo Educativo Interamericano, USA, 1977).
- [8] Sokoloff, D., *Active learning in optics and photonic. Training manual*, (UNESCO, Paris, 2006).
- [9] Díaz, F. y Hernández, G., *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, Una interpretación constructivista*, (Mc Graw-Hill, México, 2002.)