

Multimedia para el estudio de la naturaleza dual de la luz en el bachillerato

Jonás Torres Montealbán

Licenciado en Ingeniero Químico, FES, Zaragoza, UNAM. Maestro en Docencia para la Educación Media Superior (Física), UNAM. Ponente en diversas reuniones nacionales e internacionales. Experiencia académica en docencia nivel bachillerato y licenciatura, así como Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Chapingo.

Introducción

El presente trabajo tiene la finalidad de apoyar el aprendizaje de conceptos relacionados con la física en el bachillerato. Mediante una propuesta didáctica diseñada e instrumentada con base en la *enseñanza estratégica* (figura 1), se pretende que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento que los conviertan en aprendices autosuficientes, estimulando el aprendizaje significativo de los conceptos estudiados.¹

Con base en lo anterior, se estructuraron los contenidos a estudiar sobre la naturaleza de la luz en significatividad lógica y significatividad psicológica, mediante una secuencia clara y articulada de los conceptos que permita a los estudiantes su asimilación.² La primera estructura significativa se atendió organizando los temas de lo simple a lo complejo, de lo conocido a lo desconocido; la segunda, vigilando que la estructura cognitiva de los estudiantes contara con los elementos pertinentes para relacionar el nuevo aprendizaje con sus conocimientos previos.³

Para el logro del aprendizaje significativo se tomó en cuenta: los conceptos previos que el

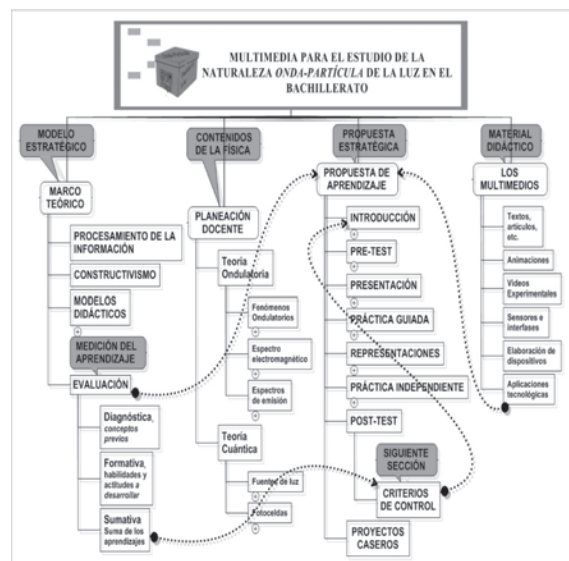


Figura 1. Modelo estratégico diseñado para este multimedia

alumno tiene, la estructuración significativa del contenido (la jerarquización de los conceptos) y la planeación docente que facilite las relaciones entre el conocimiento previo del alumno con el nuevo aprendizaje. En la planeación docente se desarrolló un material didáctico que hace uso de algunos recursos tecnológicos de actualidad y que es parte sustancial de este trabajo.⁴

Esto quiere decir que la propuesta descrita está diseñada para ayudar a los docentes a que sus estudiantes logren aprendizajes al nivel de la **comprensión** y no al nivel de la **memorización**, que prevalece actualmente en las escuelas de nivel bachillerato.

Entendiéndose que la comprensión le permite al estudiante dar explicaciones, encontrar pruebas y ejemplos, generalizar, aplicar, hacer analogías y presentar el concepto de una nueva forma o representación. La *evaluación* constituye otro elemento importante en este trabajo, pues sirve de punto de partida para la reflexión de las estrategias de enseñanza-aprendizaje. Esto ayudó a mejorar de forma continua el trabajo. Se puede evaluar prácticamente todo: aprendizajes, enseñanza, contenidos curriculares, propuesta pedagógica, etcétera. Se debe tener conocimiento teórico y práctico del modo en que se aprende y se enseña; del por qué y cuándo evaluar.⁵

A continuación se describe cada una de las secciones que constituyen este trabajo, con el fin de explicar el diseño e instrumentación en la práctica

de una propuesta didáctica que integra la *enseñanza estratégica*, de manera que los alumnos asimilen los conceptos de física y desarrollen habilidades necesarias para aprender a aprender con base en el *constructivismo*, el *aprendizaje significativo* y los *modelos didácticos* (figura 2). Además, proporcionar a los docentes una forma sencilla para planear, hacer uso de las nuevas tecnologías y ejecutar sus clases de acuerdo con un modelo estratégico.

Marco teórico

Se establece el marco teórico donde se examinan estrategias conceptuales diseñadas para incrementar los logros de los estudiantes en sus habilidades de pensamiento (figura 3). Esta participación activa crea en una mayor comprensión de los contenidos estudiados. Los modelos de enseñanza presentados son la base de la propuesta y con ellos se propicia la participación activa de los alumnos en el proceso de tomar la información y transformarla mentalmente en formas organizadas y comprensibles.



Figura 2. Actividades estructuradas significativamente, el material didáctico desarrollado (dualidad de la luz) y el constructivismo.

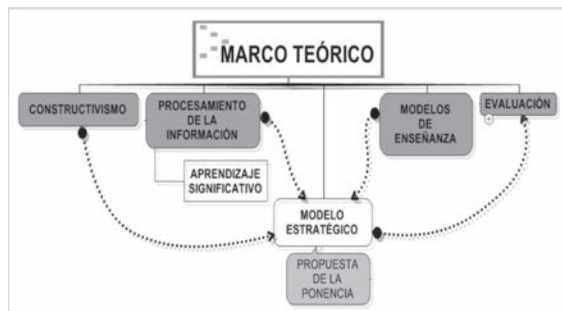


Figura 3. Marco teórico de la propuesta.

La enseñanza estratégica puede usarse para desarrollar otras habilidades metadisciplinares en los estudiantes, que resultan indispensables para tener un desempeño adecuado a las exigencias, tanto al nivel bachillerato, como del mundo profe-

sional. Los ejes teóricos que sustentan la propuesta para formar aprendices estratégicos se desarrollan a continuación y son fundamentalmente:

- a) El constructivismo
- b) El aprendizaje significativo
- c) Las estrategias de aprendizaje.

Constructivismo: para el constructivismo lo fundamental es que el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo por el cual la información externa se interpreta por la mente y después ésta la construye progresivamente en modelos cada vez más complejos. A través de estos modelos, que se pueden mejorar, es posible explicar fenómenos.

Aprendizaje significativo: como la estructura cognitiva de un estudiante es única, la interpretación y las experiencias son únicas y no son estáticas, cambian conforme aprendemos. Si para aprender se tiene que llevar el conocimiento nuevo a ocupar un lugar en la memoria a largo plazo y relacionarlo con la estructura cognitiva existente,⁶ tendríamos que preguntarnos: ¿cómo puede darse tal relación? Y la respuesta es:

Por medio del aprendizaje significativo, esto quiere decir que el nuevo conocimiento se integrará en la estructura cognitiva si se le da un significado personal, para lo cual se requiere de antecedentes necesarios que propicien la comprensión (mucho más allá del nivel memorístico) y la construcción de significados.

Modelos de enseñanza: No hay un modelo de enseñanza que haya demostrado ser de aplicación universal, por lo que en esta sección mencionaremos los modelos que aportaron elementos didácticos para desarrollar esta propuesta estratégica (*modelo estratégico*), con la finalidad de ayudar a

los estudiantes en la comprensión de los conceptos estudiados y, al mismo tiempo, que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento bajo la guía de un docente activo. Los modelos mencionados son estrategias de enseñanza basadas en teorías de aprendizaje y se enfocan en determinados aspectos particulares del estudiante (figura 4).

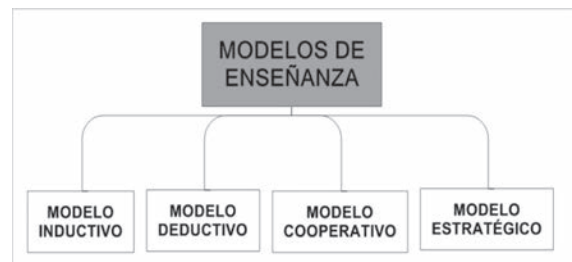


Figura 4. Modelos de enseñanza considerados en la tesis.

Planeación docente

Se articularon los temas para cada actividad de acuerdo con la estructura jerárquica de los contenidos a estudiar, de manera que cada sección temática se va integrando significativamente para facilitar el aprendizaje de los conceptos. Esta Planeación Docente se divide en cinco temas que corresponden, por ejemplo, a la naturaleza onda-partícula de la luz, como se muestra en la figura 5.⁷

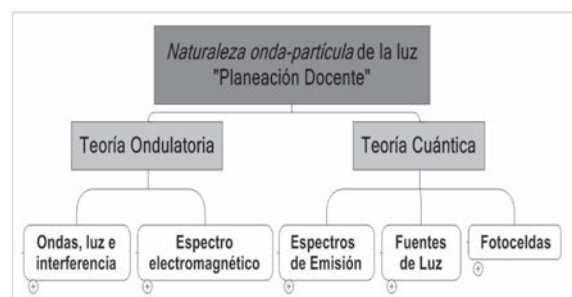


Figura 5. Un ejemplo de los contenidos de la física a estudiar en el bachillerato

Propuesta de enseñanza-aprendizaje

Se presenta la propuesta de enseñanza-aprendizaje en la cual se hace el planteamiento del problema, se reflexiona sobre las dificultades en la enseñanza de la física y la importancia del estudio de temas de física para un estudiante de bachillerato.⁸ El objetivo principal de este trabajo es instrumentar mediante el *constructivismo*, el *aprendizaje significativo* y las *estrategias de aprendizaje*, un modelo (estratégico) que haga uso de *multimedios*, integrados en un *material didáctico*, que ayude a los estudiantes del nivel bachillerato a comprender conceptos de física (figura 6).

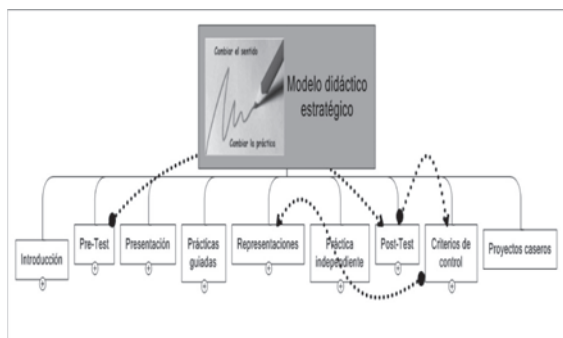


Figura 6. Modelo didáctico propuesto.

La problemática general de la enseñanza de la física a nivel medio superior es muy compleja y ha sido abordada con estrategias o metodologías propias. Particularmente en física, los estudiantes tienen problemas en la adquisición de contenidos procedimentales, tan característicos de la disciplina. Por ejemplo, identifican los problemas con actividades cerradas o ejercicios numéricos como solución única, no reconocen que una variable puede tomar diferentes valores, están poco habituados a realizar predicciones, no todos son capaces de describir un fenómeno, son poco crí-

ticos con las medidas y no conocen técnicas de experimentación elementales.⁹

Modelo didáctico propuesto

Introducción



Foco introductorio: se trata de motivar al alumno explicando que el nuevo contenido debe ser estudiado mediante un experimento misterioso, una lectura interesante, proyectos caseros, etcétera. *Visión general:* durante la introducción a la sección, se describen los objetivos, se comparten las metas y una visión general de las actividades que ayude a los alumnos a ver la organización de toda la sección. *Metas de la sección:* ayuda a los estudiantes a identificar los puntos importantes en cada actividad.

Pre-Test



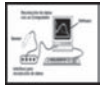
Se hacen tres preguntas antes de comenzar cada sección como parte de una evaluación diagnóstica. Se trata de relacionar cuerpos organizados de conocimientos anteriores. Esta etapa sólo se realiza al inicio de cada una de las actividades.

Presentación



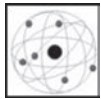
Para hacer las presentaciones más productivas, claras e interactivas, se muestra a los estudiantes ejemplos y modelos suficientes para desarrollar la comprensión. Se presenta información (lectura, película, etcétera) relacionada con el contenido. Se comparan imágenes fijas (fotos, gráficos, etcétera) e imágenes móviles (videos y animaciones).

Prácticas guiadas



Durante la práctica guiada, se proporciona a los estudiantes la oportunidad para aplicar el nuevo contenido mediante la experimentación: observan, miden, comparan, prueban, manipulan y recolectan información. El docente monitorea cuidadosamente el progreso y retroalimenta el proceso que los estudiantes realizan. El docente cambia su función de proveedor de información y modelo al de apoyo, mientras los alumnos cambian de receptores a examinadores de su propia comprensión con los ejemplos provistos por el docente.

Representaciones



Después de que la actividad ha sido presentada o explicada, o una vez que los estudiantes ganaron experiencia con el procedimiento, la actividad continúa cuando el docente presenta otras representaciones sobre el concepto estudiado mediante imágenes móviles (videos, animaciones, etcétera) o imágenes fijas (gráficas, tablas, fotos, etcétera).

Retroalimentación



Durante el transcurso, los estudiantes trabajan la nueva habilidad o aplican el concepto por sí mismos mediante la realización de tareas, revisión y ejercitación que proporciona el material didáctico. Repasar y recuperar datos o información en general, ayuda a los estudiantes a recordar datos aprendidos.

Post-Test



Se busca que el estudiante desarrolle la habilidad de demostrar lo que sabe y po-

der avanzar a las otras secciones. Se realizan nuevamente las tres preguntas iniciales de la sección. Las preguntas son para alentar la integración, pidiendo a los estudiantes que conecten los conceptos para explicar de mejor manera los fenómenos estudiados y la aplicación de esos conceptos a nuevas situaciones. También se pide la presentación de informes experimentales y cuestionarios.

Criterios de control



La revisión y cierre de la sección son los criterios esenciales de control para identificar la integración de los contenidos estudiados, enfatizando los puntos importantes, y proporcionan la posibilidad de que el alumno se conecte con el nuevo aprendizaje y avance a la siguiente sección. Estos criterios son para determinar si el alumno maneja los conceptos base de la sección correspondiente y poder pasar a la otra sección.

Proyectos caseros



Finalmente, el propósito de esta actividad es realizar una serie de experimentos sencillos que contribuyan al desarrollo de habilidades en el manejo y análisis de datos experimentales y algunas aplicaciones cotidianas que por falta de tiempo no se realizan. Si el estudiante ve alimentada su curiosidad y desea proseguir investigando sobre las ideas subyacentes en cada sección del material didáctico, estos experimentos sencillos con elementos disponibles en casa, pueden ayudar a reforzar los conceptos de interés para los estudiantes.

Material didáctico

Las 20 actividades propuestas en este material son fundamentales, debido a que se parte de *variables*

macroscópicas para, después de una serie de procedimientos de todo tipo en cada experimento, poder presentarlas y relacionarlas con variables microscópicas (figura 7). En este sentido, el logro del aprendizaje significativo tuvo que ver con la organización y relevancia de los conceptos, y del diseño y desarrollo de los multimedios propuestos en el material didáctico.

Es aquí donde se puso mucha atención en que se facilitaran las relaciones entre conocimientos que ya tenían los alumnos y los nuevos conceptos estudiados.¹⁰

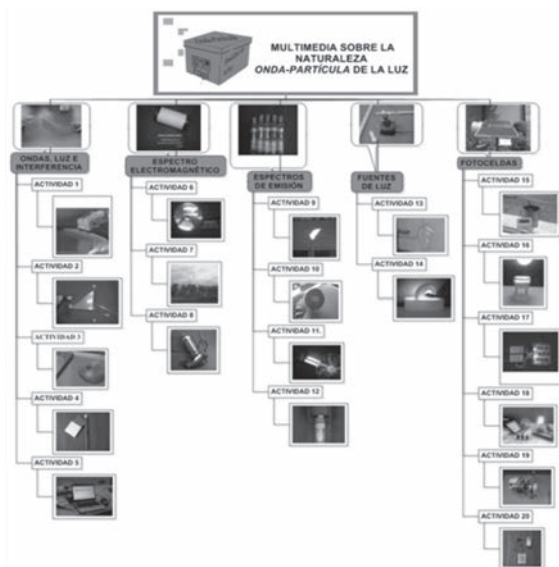


Figura 7. Las 20 actividades propuestas para estudiar algunos conceptos de física en el bachillerato.

Recursos

Los multimedios, en donde se articularon las actividades para ser trabajadas en grupos cooperativos o de manera individual, requieren del conocimiento de software, hardware y mindware por parte del docente.¹¹ Los recursos (figura 8), son textos (lecturas científicas y de divulgación), imágenes fijas (fotos, gráficos, etcétera), imágenes

móviles (videos y animaciones) y recolección de datos. En el diseño y edición del multimedia se utilizaron los siguientes programas de cómputo: procesador de palabras (*Word*), Captura de datos (*Logger Pro*), creación de una plataforma (*Flash 8*), creación de audio (*Audacity*), edición de video (*Camtasia studio 6*), diseño gráfico (*ConceptDraw IV*) y edición de imágenes (*Photoshop CS3*). La plataforma original es *Windows*, sin embargo, puede utilizarse en el sistema operativo *Linux*. Las diversas herramientas de visualización pueden ser ejecutadas en cualquier computadora o en Internet, gracias a los archivos que genera *Flash 8* (.exe y .html).



Figura 8. Los recursos de software y hardware que se utilizaron en la realización de este trabajo.

Resultados

El diseño de estrategias con el uso de los sensores y la computadora, sirvió para seleccionar y ensayar diferentes recursos informáticos que tienen que ver con las animaciones computacionales y la digitalización de imágenes fijas y móviles. Se obtuvieron dos productos didácticos: el primero basado en el uso de la computadora y los sensores; el segundo, una propuesta estratégica de enseñanza. Estos elementos formaron parte de las bases del modelo didáctico que combina tan-

to estrategias de enseñanza como la *discusión*, el *trabajo cooperativo* y las *prácticas guiadas* con la elaboración de material didáctico que selecciona, organiza e integra información.

Se implementaron tanto el modelo didáctico estratégico como el uso del material didáctico, específicamente la parte referida a la *teoría ondulatoria* de la luz. Las actividades que se integraron al material didáctico se jerarquizaron y organizaron (*significatividad lógica y psicológica*) en dos rubros: **Sección I.** Ondas, luz e interferencia y la **Sección II.** El espectro electromagnético. En cada una de estas secciones se hicieron evaluaciones diagnósticas mediante tres preguntas que permitieron conocer las ideas previas sobre los conceptos a estudiar.

Conclusiones

1. Un punto central es que el profesor de bachillerato conozca y maneje los conceptos de la disciplina que pretende enseñar, en este caso física, lo cual no basta, ya que también debe tener una preparación docente que le permita desarrollar estrategias didácticas que ayuden a los alumnos a comprender los conceptos que se quieren enseñar.
2. Se observó que con el uso de los multimedia se facilitó la construcción de modelos mentales adecuados, mediante los cambios de representación propuestos. La evaluación ofreció varias ventajas, ya que los estudiantes pudieron ir construyendo diferentes representaciones del mismo fenómeno de manera gradual.
3. Además, el multimedia permite trabajar de manera individual o en grupos; en este último se favorece el trabajo cooperativo. En ambos casos el profesor debe estar en contacto directo con los alumnos para reafirmar la discusión de los conceptos.
4. La evaluación juega un papel central en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que permite determinar las condiciones iniciales (evaluación diagnóstica), controlar el desarrollo del proceso (evaluación formativa) y determinar si los conceptos fueron comprendidos como parte de un todo, así como determinar si se lograron los objetivos propuestos al inicio de este proceso (evaluación sumativa). Puede decirse que los estudiantes mostraron un avance significativo en la comprensión de los conceptos estudiados.
5. La generación de un material de este tipo, que hace uso de recursos digitales como Internet, los sensores, videos y animaciones, además de encontrar el formato más adecuado para el multimedia, requiere de un esfuerzo importante debido a que se necesita mucho tiempo para:
6. El formato del multimedia (*flash: swf o exe*) permite que se ocupe poco espacio en memoria 350Mb, menos de lo que cabe en un disco compacto (CD), o se puede transportar en una USB. Por lo cual es posible usarlo en una PC con pocos requerimientos de memoria RAM y disco duro.
7. Finalmente, para la fase de prueba y consolidación de la propuesta, parte de este material se encuentra en la plataforma educativa *moodle* del servidor de la Universidad Autónoma Chapingo para enriquecerlo con los comentarios de profesores, alumnos y público interesado.

Notas

1. P.D Eggen y D.P. Kauchk, *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*, FCE, México, 2005.
2. R. Quesada, *Cómo planear la enseñanza estratégica*, Limusa, México, 2005.
3. D.P Ausubel, J.D. Novak y H.E. Hanesian, *Psicología educativa, un punto de vista cognitivo*, Trillas, México, 2005.

4. Heredia, B.A., *Manual para la elaboración de material didáctico*, Trillas, México, 2003.
5. Hewson W. P., E.M. Beeth, and R.N. Thorley, "Teaching for conceptual change" in *International Handbook of Science Education*; ed. J.B. Fraser and G.K. Tobin, Kluwer Academic Publishers, London, 2002.
6. Pozo, J. I. y M.A. Gómez, *Aprender y enseñar ciencia; del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Ediciones Morata, Madrid.
7. Linn, M. C., *Computer Teachers, Peer; Science Learning Partners*, Lawrence Erlbaum Associates, London, 2000.
8. Hierrezuelo, M. J., *La ciencia de los alumnos*, Fontamara, México, 2002.
9. *Educación a distancia y diseño instruccional*, Taller Abierto, México.
10. Tipler P. A. y G. Mosca, *Physics for scientists and engineers*, Freeman and Company, New York, 2004.
11. Rico, M., *et. al. Museología de la ciencia: 15 años de experiencia*, UNAM, México, 2007.

Bibliohemerografía

- AUSUBEL, D. P, J. D. Novak y H.E. Hanesian, *Psicología educativa, un punto de vista cognitivo*, Trillas, México, 2005.
- EGGEN, P. D. y D. P. Kauchk, *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*, FCE, México, 2005.
- HEREDIA, B. A., *Manual para la elaboración de material didáctico*, Trillas, México, 2003.
- HEWSON W. P., E. M. Beeth and R. N. Thorley, "Teaching for conceptual change" in *International Handbook of Science Education*; ed. J.B. Fraser and G. K. Tobin, Kluwer Academic Publishers, London, 2002.
- HIERREZUELO, M. J., *La ciencia de los alumnos*, Fontamara, México, 2002.
- Educación a distancia y diseño instruccional*, Taller Abierto, México.
- LINN, M. C., *Computer Teachers, Peer; Science Learning Partners*, Lawrence Erlbaum Associates, London, 2000.
- POZO, J.I. y M.A. Gómez, *Aprender y enseñar ciencia; del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Ediciones Morata, Madrid.
- QUESADA, R. *Cómo planear la enseñanza estratégica*, Limusa, México, 2005.
- RICO, M. *et. al. Museología de la ciencia: 15 años de experiencia*, UNAM, México, 2007.
- TIPLER P.A. y G. Mosca, *Physics for scientists and engineers*, Freeman and Company, New York, 2004.