

En el pensamiento profesional de una profesora de física se pone de manifiesto el paso desde un empirismo moderado hacia un empirismo radical, considerando que la física puede ser aplicada directamente para comprender los fenómenos del medio. En el desarrollo de una unidad didáctica sobre Ondas, para décimo primer grado de la educación media colombiana, se muestra que en este caso que: a) el diseño de la unidad se ve afectado por esta transformación en la imagen de la ciencia; b) la detección de las dificultades que la profesora posee en cuanto a modelación ayudan a comprender la forma en que los cambios en la imagen de la ciencia se trasladan a la práctica profesional; c) el uso de un programa de ordenador con los estudiantes permite esquivar tales problemas, pero a costa de generar en ellos una visión empirista moderada de la ciencia.

PALABRAS CLAVE: Modelación; Nuevas tecnologías; Imagen de la ciencia; Conocimiento profesional; Evolución profesional.

¿El cambio de imagen sobre la ciencia conlleva una transformación de la enseñanza de la física?: un obstáculo en la evolución de la práctica profesional*

pp. 37-47

John Freddy Ramírez Casallas¹
Edna Eliana Morales Oliveros²

Corporación CEDREG – Ibagué (Colombia)**

La discusión sobre el papel de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC)³ en la mejora de la enseñanza se debate entre la necesidad de un cambio radical, de un lado, frente a los que propugnan un cambio somero, de otro (Sanmartí e Izquierdo, 2001).

Alejados de una concepción virtuosa de la tecnología, donde basta la presencia de la misma en la escuela para lograr la mejora de la enseñanza (Cabero, 1999), y de concebir las TIC como un recurso más de trabajo, consideramos una posición de síntesis en la que este cambio debe ser complejizado. Así, no

* Este artículo es resultado de integrar algunos datos que el autor ha obtenido en su investigación doctoral, sobre la evolución profesional de la coautora y la integración de nuevas tecnologías en la enseñanza/aprendizaje de la física.

** Grupo Didáctica de las Ciencias con sentido regional. Corporación CEDREG – Ibagué (Colombia). jfrcasallas@gmail.com ednaelianamorales@gmail.com

¹ Diploma de Estudios Avanzados (DEA) del Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla (España).

² Licenciada Matemáticas y Física. Profesora en ejercicio en la media colombiana desde el año 1997. Estudiante del programa de maestría en Ciencias de la Educación de la Universidad del Tolima (Colombia).

³ Con esta expresión tan particular se hace referencia a las tecnologías de la información y la comunicación que superan una representación simplemente analógica de la realidad.

☒ Artículo recibido el 11 de marzo de 2008 y aceptado el 2 de junio de 2008.

basta con referirse solamente a profesor/a, estudiantes y recursos sino que deben integrarse elementos como el pensamiento profesional del profesorado y la identificación en éste de teorías sobre el conocimiento escolar (Porlán y Rivero, 1998a, 1998b), la práctica profesional y la identificación de las estrategias de enseñanza (Cañal, 1999, 2000), entre otros.

En este contexto, es conveniente comprender la forma en que las TIC aparecen en relación con la práctica y el pensamiento profesional del profesorado. En concreto, el papel de la modelación⁴ y las concepciones sobre la ciencia en la planificación de una unidad didáctica y el papel que juegan las TIC en el desarrollo de la enseñanza para esta profesora en particular.

En primer lugar, se caracteriza el cambio de la imagen de la ciencia por medio de un cuestionario y mediante una entrevista semiabierta donde se analiza la información a la luz del proceso de modelación. Luego, se estudian los cambios en la planificación general, a través del plan de área, y la planificación específica, mediante la elaboración de guiones de trabajo. Por último, se pone de manifiesto que a pesar de que la profesora conciba una ciencia desde la que se deben abordar los problemas del medio, se evidencian dificultades en las tareas de modelación que harían imposible ese proceso; condiciones en las que el uso de un programa de ordenador sobre el comportamiento de una onda contribuye a que ella mantenga la funcionalidad de su práctica, aún sin superar tales problemas, y se potencie en el alumnado una visión empirista moderada de la física.

De esta forma, se busca una interconexión de elementos del conocimiento profesional a la luz de un caso (pensamiento, planificación de la práctica, desarrollo de la práctica), como vía para aportar una visión compleja sobre la integración de las TIC a la enseñanza/aprendizaje de la física.

Desde un empirismo moderado del conocimiento físico hacia un empirismo radical

La interpretación de la imagen de la ciencia a partir del cuestionario

Para identificar el Modelo Didáctico Personal (Porlán y Rivero, 1998a; Ballenilla, 2003) de la profesora bajo *la hipótesis de progresión profesional* (Porlán y Rivero, 1998b), se diseñó un cuestionario tipo Lickert (con valores de acuerdo entre 1: mínimo y 5: máximo) que permite el estudio específico del Modelo Didáctico Personal (MDP) de la profesora.⁵

Bajo tales premisas, se obtuvo un cuestionario con 68 proposiciones en las siguientes dimensiones y número de subcomponentes: Contenidos escolares (5), Uso didáctico de la perspectiva de los/las estudiantes (4), Actividades y recursos didácticos (5), Evaluación (3), tomando cada subcomponente cuatro posibles valores (tradicional, tecnológico, espontaneísta, investigativo). Las proposiciones relacionadas con el papel de la Ciencia como fuente de conocimiento (ver la tabla 1 de la página siguiente) son tomadas textualmente del cuestionario original de Ávila (1998) (autora denominada con la sigla RMA); las demás se han tomado de la hipótesis de progresión propuesta por Porlán y Rivero (1998b).

Aunque la referencia a la imagen de la ciencia no se hace de forma directa, se considera que el MDP corresponde a una síntesis que resulta de integrar las fuentes racionales, fenomenológicas y metadisciplinarias (Porlán y Rivero, 1998b: 94). Así, emerge una imagen de ciencia asociada al proceso de enseñanza-aprendizaje, que puede resultar –en función de los niveles de integración del conocimiento profesional– del traslado que el profesorado hace desde el terreno epistemológico al curri-

⁴ Se entenderá como sinónimo de modelización (modelling en inglés) las tareas de elaboración de modelos como representación de partes del mundo físico.

⁵ Cuestionario que se hizo a partir del usado por Rosa M^a. Ávila (1998), tomando solamente las correspondientes a la componente modelo didáctico y completando todos los posibles valores de las dimensiones a la luz de los cuatro modelos didácticos reconocidos. La inclusión de todas las proposiciones se hace para el estudio de un caso, como una estrategia para obtener una mayor diversidad en la interpretación del MDP de la profesora.

¿QUÉ ENSEÑAR? En relación con la transición en los contenidos escolares?		
CLASIFICACIÓN	SUBCOMPONENTE	PROPOSICIÓN
1. Fuentes de conocimiento	Los contenidos escolares se toman de la Ciencia que se enseña	1A (Modelo Tradicional)
	Los contenidos escolares provienen de la Ciencia que se enseña y deben estar adecuados psicológicamente a los estudiantes	1B (Modelo Tecnológico)
	Los intereses y experiencias de los estudiantes son la clave para decidir los contenidos escolares	1C (Modelo Espontaneísta)
	El estudio de las disciplinas debe ayudar a resolver los problemas cotidianos con cierta rigurosidad (RMA)	1D (Modelo Investigativo)

Tabla 1. Valores de la subcomponente *Fuentes de conocimiento* en la dimensión Contenidos Escolares.

cular, como ocurre con la traslación del empirismo científico al terreno didáctico (Porlán y Rivero, 1998a).

El cuestionario lo respondió la profesora en los años 2000 y 2004. La información se catalogó seleccionando las proposiciones de nivel I (máximo valor de acuerdo) y nivel II (segundo valor más alto). Ambas aplicaciones arrojaron una identificación con el modelo didáctico investigativo (14 de 17 proposiciones del primer nivel, en las dos aplicaciones), exigiendo lograr un nuevo “estrato” de la información⁶. El dilema a resolver era: ¿Tal identidad con el modelo didáctico investigativo se corresponde con la práctica profesional o, por el contrario, la actuación profesional es lejana a lo declarado? En particular, ¿el papel asignado a la física por la profesora permaneció in-

variable durante esos cuatro años? (ver la figura 1 de la página siguiente).

La interpretación de los datos por parte del investigador permite una valoración para cada aplicación del cuestionario⁷ y la evaluación de algunos cambios durante los cuatro años. En el año 2000 se formula que *los contenidos a tratar son organizados por la estructura de la disciplina y deben ponerse en contacto con la realidad*; para el año 2004 se considera que *la disciplina permite estudiar los problemas del medio*. Sobresale que en este tiempo pierde valor el papel protagonista de los intereses y las experiencias de los/las estudiantes, a pesar que en ambos casos se acepta la importancia de resolver los problemas cotidianos con cierta rigurosidad, para pasar a considerar que los contenidos se deben tomar de la Ciencia que se enseña.

⁶ Lo sobresaliente de este fenómeno es que la profesora tan sólo tuvo acceso al cuestionario en el momento de responderlo.

⁷ Debe considerarse que esta información corresponde a un agrupamiento de mayor amplitud, gracias a la cual ha sido posible contrastar los valores con otros y sopesar la orientación de tales afirmaciones.

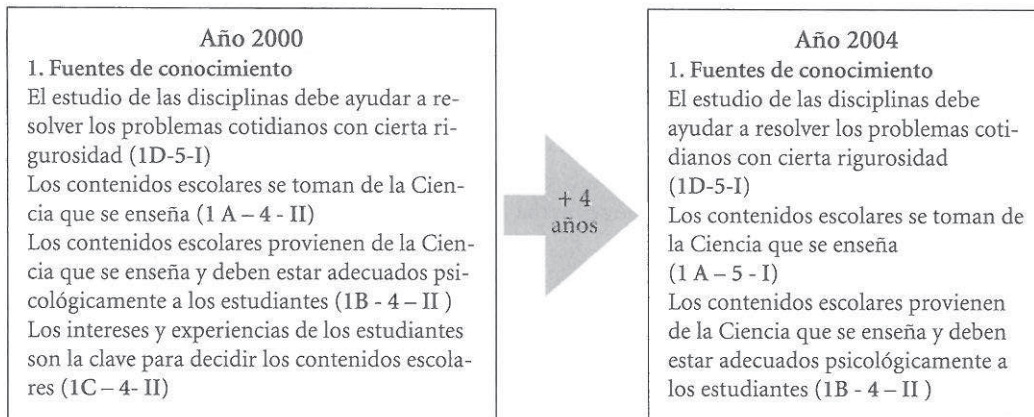


Figura 1. Valores y niveles (I y II) de las proposiciones de la subcomponente Fuentes de conocimiento en la dimensión Contenidos Escolares en los años 2000 y 2004.

La entrevista sostenida con la profesora lleva a una comprensión compleja del cambio

La variación del MDP desde el año 2000 al 2004 permitió derivar el cambio de tal modelo en los cuatro años. Se representó en categorías que expresan las variaciones del MDP y conforman un sistema de ideas. Para el caso concreto de la física se contempla que es *una disciplina desde la cual es posible lograr la comprensión de los fenómenos del medio, por tanto, tiene lógica tomarlos [los contenidos] de la Ciencia sobre la que se enseña.*

Tal sistema de ideas y cada cambio se han tomado a partir de las respuestas obtenidas en una entrevista semiabierta (abril de 2005) en la que se indagó sobre el grado de acuerdo o desacuerdo de la profesora con la interpretación que hizo el investigador de sus respuestas al cuestionario. La información conseguida fue sometida a la técnica de análisis de contenido; la ficha técnica de este análisis se elaboró con base en los criterios propuestos por Piñuel (2002) (ver la tabla 2 de la página siguiente).

Teniendo en cuenta estudios anteriores sobre las relaciones entre la imagen de la ciencia y la modelación científica en estudiantes (Grosslight y otros, 1991); sobre el papel de las actividades de modelación y la transformación que éstas permiten en la imagen de la ciencia de los estudiantes (Gilbert, 1991); su papel en

la construcción de conceptos científicos (Greca y Santos, 2005) y, recientemente, el papel de la modelación en el diseño de prácticas de laboratorio poco usuales en la enseñanza de las ciencias (Richoux y Beaufils, 2003; Solbes y Tarín, 2007), se ha considerado relevante plantear: ¿cuál es el papel de la modelación en relación con el cambio de imagen de la ciencia experimentado por esta profesora?

En el estudio de la entrevista se han considerado las variables Modelo Didáctico y Modelación. En relación con la primera, la posibilidad de referirse a componentes del modelo o dilemas de la práctica profesional, mientras en el segundo se han formulado cuatro valores posibles de modelación, con apoyo en las NTICs, consistentes con los cuatro modelos didácticos (tradicional, tecnológico, espontaneísta, investigativo).

El análisis de la información ha permitido confirmar el cambio en la imagen sobre la física. Es posible afirmar que la profesora reconoce diferentes niveles de complejidad en los contenidos, desde aquellos que son extraídos de la disciplina hasta los que integran otras fuentes externas; ella reconoce la mayor complejidad de los contenidos en el modelo investigativo, pero también es consciente sobre las dificultades que tiene para alcanzar tales niveles de integración. De allí que sea comprensible, para el año 2004, un alto acuerdo con las propuestas investigativa y tradicional de forma simultánea.

<i>Criterio</i>	<i>Elección en este estudio</i>	<i>Acciones para superar limitaciones atribuibles al estudio de caso</i>
Según la selección de la comunicación estudiada.	Verificativo y/o explicativo	Buscan corroborar la interpretación del investigador sobre el sistema de ideas de la profesora y su cambio entre los años 2000 y 2004, que a su vez sirve de soporte para elaborar la entrevista.
Según la selección de las categorías.	El sistema de ideas que representa el cambio entre los años 2000 y 2004	El soporte teórico construido con anterioridad se pone en juego para valorar la fiabilidad de los instrumentos y las respuestas de la profesora, clave para establecer el diagnóstico.
Según el diseño de análisis del objeto de estudio.	Triangular	El análisis de contenido opera como medio para dar validez externa a los datos, pero también ayuda a enriquecerlos y transformarlos.
Según los parámetros de medición y evaluación.	Cualitativos (frecuenciales - relacionales)	Contemplan la ausencia o presencia de indicadores o categorías pero, teniendo en cuenta las estrategias didácticas y el modelo didáctico, se recogen a modo de una heurística que contribuye a encontrar concurrencias de ciertos indicadores.
Según las unidades de registro y análisis.	Unidades formales (oraciones contenidas en la entrevista)	Se presentan los textos originales y literales de la entrevista.

Tabla 2. Caracterización del análisis de contenido sobre la entrevista semiabierta, alrededor del sistema de ideas que representan los cambios detectados entre los años 2000 y 2004.

Se reconocen componentes en donde se encuentra cercanía con la posición tecnológica en modelación. Aún así, la descripción de los principios físicos en proyectos tecnológicos se separa de la simple aplicación en la medida que los contenidos de la disciplina se consideran insuficientes para su concreción tecnológica.

La planificación general de la unidad y el desarrollo de guiones de trabajo

La planificación constituye procesos donde se integran los conocimientos científicos y pe-

dagógicos, la experiencia profesional, las creencias y los planteamientos ideológicos del profesorado cuando el diseño de las unidades didácticas es la expresión de trabajos de reflexión colectiva e individual (Pro y Saura, 2007). Así, el estudio de la planificación en relación con los cambios en el pensamiento de la profesora se concibe como un producto concreto en el que se integran tales elementos y, en especial, la imagen de ciencia y el proceso de modelación, importantes parámetros que no corresponden a la totalidad de los que los profesores deben gestionar (Richoux y Beaufile, 2003).

En la planificación del año escolar (2004, igual para el año 2005) la profesora programó cuatro unidades (entre los meses de febrero y julio) relacionadas con Ondas: Unidad 2: Mecánica Ondulatoria; Unidad 3: Efecto Doppler; Unidad 4: Luz; Unidad 5: Óptica. El tipo de actividades (Cañal, 2000) identificado en la unidad 2 (tabla 3) exige que los estudiantes elaboren el modelo físico de Onda, observando fenómenos con estas características, pero siempre a partir de actividades completamente dirigidas por la profesora.

El estudio paralelo de los procesos sobre la construcción de la onda como modelo, parte de la observación de los estudiantes para permitir la identificación de las variables; sirvien-

do de base en la construcción de un modelo que admite explicar fenómenos diversos, como la propagación de una onda armónica, y que debe ser representado matemáticamente, coincidiendo con una imagen empirista radical (Porlán y Rivero, 1998a).

Las siguientes unidades, tienen una estructura común en el siguiente orden: elaboración de redes de proposiciones (tramas de ideas), identificación de problemas y resolución a través de modelos adecuados, con inclusión progresiva de aplicaciones en fenómenos naturales y cotidianos (el caso de la visión en los animales) y la realización de laboratorios (concreto y virtual), siendo siempre importante la for-

PLANIFICACIÓN GENERAL DEL ÁREA			
Temática	Actividad	Clasificación de la actividad	Proceso
Unidad 2: Mecánica Ondulatoria	Describir diferentes fenómenos físicos con características ondulatorias (Sonido, Luz).	<i>Actividad 11:</i> Cuestionario grupal de conocimientos personales iniciales.	Observación.
	Explicar el significado de las magnitudes que caracterizan los tipos de ondas.	<i>Actividad 31:</i> Búsqueda de información en un libro de texto.	Identificación de variables.
	Comprender que las ondas son un modelo físico que permite explicar fenómenos en los que hay transporte de energía pero no de materia.	<i>Actividad 7:</i> Exposición dialogada posterior.	Modelo (resultado de una inducción).
	Explicar cómo la propagación de una onda mecánica armónica produce M.A.S. en las partículas del medio material. Formular hipótesis en la búsqueda de una explicación a los fenómenos que se observan.	<i>Actividad 8:</i> Exposición dialogada compleja.	Explicación.
	Establecer relaciones matemáticas para la representación de los fenómenos ondulatorios	<i>Actividad 69:</i> Representación de datos mediante tablas, diagramas, curvas, etc.	Representación matemática.

Tabla 3. Clasificación de las actividades y procesos involucrados en la Unidad 2: Mecánica Ondulatoria.

mulación de hipótesis de trabajo que deben ser puestas a prueba. La inclusión de este *falsacionismo experimentalista* lleva a identificar la presencia de un empirismo moderado (Porlán y Rivero, 1998a).

En síntesis, la planificación general revela la organización de la Unidad 2 bajo el esquema de un empirismo radical que permitiría la construcción del modelo físico de onda. Ya con éste, el avance conceptual y la solución de diversos problemas admitirían la comprensión de fenómenos cotidianos y la puesta a prueba en situaciones de laboratorio (concreto y/o virtual). Así se revela una complementariedad de estas dos imágenes de la física, siendo la profesora la organizadora principal en la primera parte y concediéndose mayor autonomía a los estudiantes en la segunda, pero bajo la secuencia que ella propone.

El guión de trabajo, ejecutado en la práctica⁸, para la unidad de mecánica ondulatoria (desde el 13 de abril hasta el 22 de junio del año 2005) se estableció como una secuencia cerrada por parte de la profesora (anexo 2), con la siguiente estructura:

Proyecto tecnológico → Conceptualización → Prácticas experimentales → Resolución de problemas.

Se hace posible reconocer de nuevo un empirismo moderado (Porlán y Rivero, 1998a), pero ahora en el material que sirvió de apoyo directo en el desarrollo de la práctica y en la misma unidad en la que la planeación general del área recoge un empirismo radical.

De esta forma, hasta aquí se configura un fenómeno oscilante entre una posición empirista radical, que la profesora expresa como imagen en el año 2004 y coincide con la propuesta general del año, hacia una empirista moderada inherente a los guiones de trabajo que se ejecutaron con los estudiantes.

El papel de la modelación como elemento necesario para comprender las oscilaciones en la imagen de ciencia

El vaivén que se ha presentado entre dos imágenes de ciencia, ¿corresponde a un movimiento inconstante que puede ser solucionado comprendiendo y profundizando tales imágenes o a un indicador de la evolución profesional que esconde tras de sí factores que no han sido considerados?

Nuestra posición se identifica con la segunda posibilidad. En particular, sostenemos que tal movimiento, en diferentes planos del conocimiento profesional (pensamiento, planificación de la enseñanza) es de gran complejidad y puede ser explicado de forma coherente cuando se integra el concepto de modelación.

Inicialmente, la entrevista con la profesora permitió determinar que concibe conscientemente la física como una ciencia desde la cual se deben abordar los problemas del medio (cuadro 1), pero reconoce una mayor seguridad cuando los problemas son eminentemente restringidos a la física. Aquí se repite este doble movimiento: desde el pensamiento, es necesario construir un conocimiento, vía empirismo radical, que permita la concreción de modelos que serán aplicados⁹, pero en la planificación y diseño de los materiales de enseñanza —a la luz de secuencias cerradas diseñadas por la profesora— se refleja un empirismo moderado que parte de contenidos ya hechos para poner a prueba (prácticas virtuales y reales) mediante falsaciones e hipótesis¹⁰ que hagan posible el reconocimiento de los modelos adecuados, los cuales han de servir en la resolución de problemas.

La doble simplificación reseñada (la aplicación del conocimiento como garante de su aplicación al medio, la construcción del conocimiento en los estudiantes como un proceso que requiere del contacto con conceptos básicos que pueden ser puestos a prueba para deri-

⁸ Desde el 13 de abril hasta el 22 de junio del año 2005; fechas en las que se realizaron los registros en vídeo correspondientes al desarrollo en clase de estas unidades.

⁹ Aquí aparece una primera simplificación, la aplicación es garante automática para comprender los problemas del medio.

¹⁰ En términos de la práctica, aparece una simplificación en la construcción de conocimiento por parte de los/las estudiantes.

01304LP	I	¿Por qué?
01305LP	P	Yo creo que por formación. A mí me cuesta a veces esto... a mí me cuesta mucho modelar una realidad desde la física.
01317LP	I	¿En qué sentido?
01318LP	P	En que el modelo se hace mucho más... Cuando se empieza a... cuando se empieza a estudiar un modelo de la realidad, p.e. la caída de una hoja, o p.e. ¿por qué mueve un carro?; eh, p.e., en un puente ¿cuál es el sistema de fuerzas que actúan?. Porque las variables se hacen mucho más amplias y tiene uno que empezar a restringir para que el modelo se adecue, me cuesta... me cuesta ese proceso de modelación. ¡Me ha costado!

Cuadro 1. Texto tomado de la entrevista con la profesora en donde se hace referencia explícita a las dificultades para integrar los modelos físicos con el medio.

var los modelos adecuados) permite una mejor definición del MDP de la profesora como sesgado hacia el modelo tecnológico y avanzando hacia el modelo investigativo.

Por otro lado, el concepto de modelación involucra respuestas particulares a estas dos simplificaciones (Justi, 2006). La modelación requiere de procesos de negociación con el conocimiento de los estudiantes para proveer modos de representación cada vez más complejos de la realidad (Felipe y otros, 2005) y, por esta razón, la elaboración de modelos sobre el mundo físico conlleva la discusión que se establece con la realidad representada, incluido el proceso de aplicación.

En consecuencia, puede afirmarse que las dificultades que la profesora experimenta en términos de modelación se encuentran ligadas a este movimiento oscilante entre un empirismo radical y otro moderado.

La preferencia por lo virtual y potenciación de una visión empirista moderada de la ciencia en los estudiantes

En el desarrollo de la práctica los estudiantes trabajaron con la cubeta de ondas. La profesora ha evidenciado ampliamente que, a pe-

sar de haber tratado los conceptos centrales, ellos no han podido “identificar” con claridad esa realidad y el modelo ondulatorio, apareciendo de forma recurrente la dificultad de lograr una analogía entre teoría y experimento (Solbes y Tarín, 2007).

Posteriormente, manejaron un applet (figura 2) sobre la propagación de las ondas (Franco, 2002), que les permitió exponer y falsear hipótesis sobre el modelo que posee el programa, y verificar lo observado en la práctica concreta (ver la figura 2 de la página siguiente).

Bajo este tratamiento, lograron diferenciar las propiedades de las ondas desde las relaciones matemáticas que se pueden establecer con las magnitudes, propias de su modelo físico, equilibrando en el plano de lo formal su comprensión. Esto lo hacen estableciendo relaciones de proporcionalidad directa e inversa, entre las magnitudes velocidad de propagación vs. longitud de onda; periodo vs. frecuencia, etc., para lo cual el applet facilita tal construcción.

En la contrastación de los resultados del laboratorio con los del applet, se logra evidenciar que este último, aparte de dar solución a la dificultad que se presenta en el proceso de modelación (relación del modelo ondulatorio en la solución de problemas propios del medio), se ajusta a procesos específicos de comprobación –a partir de una serie de repeticio-

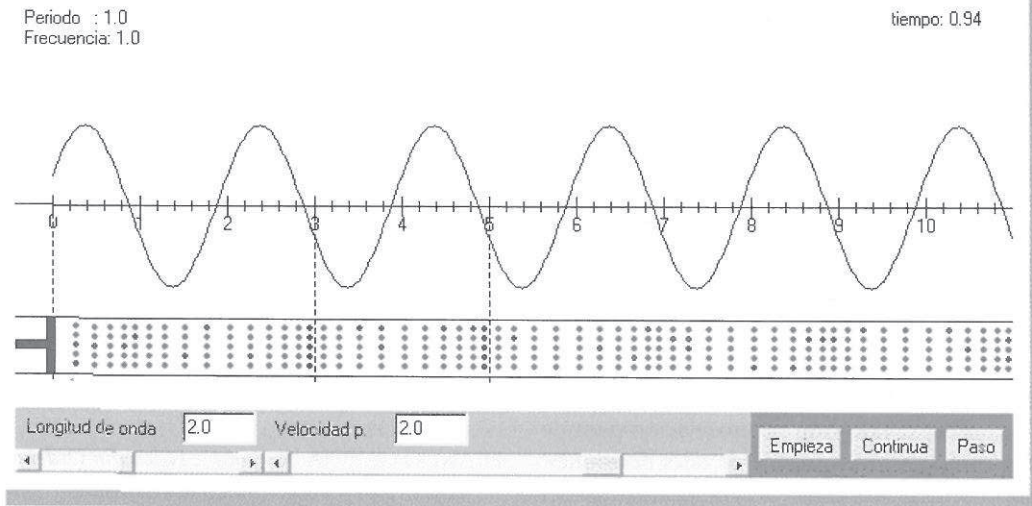


Figura 2. Applet donde se representa la propagación de ondas longitudinales en una barra elástica. Tomado del curso *Física con ordenador* de Ángel Franco García (2002).

nes para lograr procesos de generalización— donde los estudiantes a través del programa comprueban sin ningún nivel de restricción lo teóricamente abordado en la temática. Este método, además de potenciar en los estudiantes una visión empirista moderada de la ciencia, los aleja del proceso de modelación del concepto físico a tratar. Ejemplo de lo anterior se encuentra en algunas conclusiones de los estudiantes, después de su trabajo con el applet (figura 3).

Consideraciones finales

Se ha mostrado que el paso de una imagen empirista moderada hacia una radical de ciencia, en el plano del pensamiento, forma parte de una dinámica compleja donde la aproximación a la práctica (planificación de la unidad didáctica y diseño de guiones de trabajo) expresa un movimiento en sentido inverso. Así, los problemas de modelación que reflexivamente reconocía la profesora, explican el diseño de los guiones y el uso que hace del applet

LABORATORIO VIRTUAL
 En la experiencia que realizamos en el software descubrimos y comprobamos nuestras hipótesis y temas ya planteados. Demostramos que los datos y resultados de nosotros eran perfectos, en la simulación de movimiento ondulatorio, pedían datos de longitud y velocidad de onda, ingresamos los datos de las demostraciones 1 y 2 de laboratorio pasado y efectivamente eran ciertos.
 Utilizando los herramientas del software comprobamos la frecuencia; tomamos un punto de partida, empezamos la simulación y cambiamos el número de ciclos hasta llegar al tiempo pasado. Después de varias simulaciones parecidas, llegamos a la conclusión de que la velocidad de onda y la frecuencia son directamente proporcionales.

Figura 3. Texto típico de los estudiantes después de finalizar el trabajo con el applet sobre la propagación de ondas longitudinales en una barra elástica.

de onda al interior de la clase. En consecuencia, a través de éste se potencia en los estudiantes una imagen empirista moderada de la física que impide su aplicación compleja y rigurosa al medio, como ella pretendía.

De esta forma, la presencia de las NTIC, las dificultades en modelación y una imagen de la física como aplicable al medio configuran un obstáculo en la evolución de la práctica profesional, en la medida que no es posible esa aplicación y se promueve una imagen empirista moderada de ciencia (Gilbert y Meloche, 1993; Porlán y Rivero, 1998b). Igualmente, se coincide en que las concepciones de ciencia de los docentes influyen significativamente en su forma de enseñarla y en las decisiones que toman en el aula (Brickhouse, 1990; Carrascosa y otros, 1993; Gilbert y Meloche, 1993; Hodson, 1994; Porlán y Rivero, 1998b), sustentándose, en este caso, que la concepción de modelación permite una comprensión compleja de tales decisiones, como ocurrió con el uso del applet al facilitar el trabajo con el modelo físico de onda.

REFERENCIAS

- ÁVILA, R. M. (1998). *El Conocimiento profesional de los profesores de historia del arte de bachillerato*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- BALLENILLA, F. (2003). *El practicum en la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias de Enseñanza Secundaria. Estudio de caso*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Proyecto IRES (España), año 2003. <http://www.redires.net>.
- BRICKHOUSE, N. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.
- CABERO, J. (1999). *Tecnología Educativa: diversas formas de definirla*. Cabero Almenara, Julio (edit) y otros. *Tecnología Educativa*. Madrid: Síntesis.
- CAÑAL, P. (1999). Investigación Escolar y Estrategias de Enseñanza por Investigación. *Investigación en la Escuela*, 38, 15-36.
- CAÑAL, P. (2000). *El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza*. En Perales, F.J. y Cañal, P. (2000), *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Marfil.
- CARRASCOSA, J.; FERNÁNDEZ, I.; GIL, D., y OROZCO, A. (1993): Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (IV Congreso), 43-44.
- FELIPE, A., GALLARETA, S. y MERINO, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la Biología del desarrollo. *Revista Electrónica en Enseñanza de las ciencias*, 4 (3). http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N3.pdf. (consultado el 24 de junio de 2007).
- FRANCO GARCÍA, A. (2002). *Física con Ordenador*. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/> (consultado el 25 de mayo de 2008).
- GILBERT, J.K. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (1), 73-79.
- GILBERT, L., y MELOCHE, D. (1993): L'idée de science chez des enseignants en formation: Un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions?, *Didaskalia*, 2, 7-30.
- GRECA, I. y SANTOS, F. (2005). Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da física e da química. *Investigações em Ensino do Ciências*. http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a2.htm (consultado el 14 de abril de 2008).
- GROSSLIGHT, L., UNGER, C. y JAY, E. (1991). Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- HODSON, D. (1994): "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- JUSTI, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173-184.
- PIÑUEL RAIGADA, J.L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*, 3(1), pp. 1-42.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998a). Conocimiento Profesional y Epistemología de los

- profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998b). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- PRO, A. de y SAURA, O. (2007). La planificación; un proceso para la formación, la innovación y la investigación. *Alambique*, 52, 39-55.
- RICHOUX, H. y BEAUFILS, D. (2003). La planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física: análisis de las prácticas de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 95-106.
- SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO, M. (2001). Cambio y conservación de la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, 1-9.
- SOLBES, J. y TARÍN, F. (2007). ¿Qué hacemos si no coinciden la teoría y el experimento? (o los obstáculos de la realidad). *Alambique*, 52, 97-106.

ABSTRACT

In the professional perception of a physics teacher is evidenced the transition from a moderate empiricism to a radical empiricism where physics can be applied for understand the medium. This change permits supposing a potential complexity of the curricular approach on the physics at school, achieving a greater understanding of it when its modeling is being investigated.

While developing a teaching unit about Waves for students of eleventh grade of secondary education in Colombia, is intended to show that, at least in this case; a) the planning of the unit is affected by this change in the image of science; b) Difficulties that the teacher has in modeling help understanding the way in which changes in the image of science move to the professional practice; c) using a computer program with students allows avoiding such problems, but at the cost of generating in them an empiricist moderated vision of science.

KEY WORDS: *Modeling; New technologies; Image of science; Professional knowledge; Professional evolution.*

RÉSUMÉ

Il est évident dans la pensée professionnelle d'une enseignante de sciences physiques la démarche dès un empirisme modéré jusqu'un empirisme radical où la science physique peut être appliquée pour comprendre à l'environnement. Ce changement permet de considérer comme acquise une complexité potentielle de l'optique curriculaire dans la science physique à l'école, en réussissant à bien la comprendre lorsqu'on fait de la recherche de la création de modèles.

Lors du développement d'une unité didactique d'Ondes, pour l'onzième grade de l'éducation moyenne colombienne, on cherche au moins dans ce cas à montrer que: a) la planification de l'unité est affectée par cette transformation dans l'image de science; b) les difficultés que l'enseignante possède dans le cadre de création de modèles aident à comprendre comment les changements sur l'image de science se rendent à la pratique professionnelle; c) l'utilisation du programme d'ordinateur à côté des étudiants permet d'éviter ces problèmes, en créant une vision empiriste modérée de science chez eux.

Mots clé: *Création de modèles; Nouvelles technologies; Image de science; Connaissance professionnelle; Évolution professionnelle.*