

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO DEL PROFESOR DE FÍSICA EXPERIMENTADO EN LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO

PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE PHYSICS TEACHER EXPERIENCED IN TEACHING OF WAVE MOTION

Jaime Duván Reyes Roncancio

jdreyesr@udistrital.edu.co

Gloria Patricia Romero Osma

gpromeroo@correo.udistrital.edu.co

3

RESUMEN

Esta investigación se centró en un estudio de caso del Conocimiento del Didáctico del Contenido (CDC) de un profesor de la escuela secundaria, cuando organiza su planeación para enseñar las ondas en su curso de física. Basados en un enfoque de investigación cualitativo, de corte interpretativo, se le solicitó a la profesora desarrollar una Reconstrucción del Contenido Re-Co (Loughran, J, Berry, A., & Mulhall, P, 2006). Los primeros resultados de los análisis se organizan en torno a la respuesta de la profesora a tres preguntas de la Re-Co: a. ¿Cuáles son las grandes ideas en torno al tema de las ondas?, B. ¿Qué se pretende que los estudiantes aprendan acerca de esta idea? y c. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea? Los resultados del análisis muestran, entre otros aspectos, que la profesora se centra principalmente en el interés de los estudiantes, en contraste con las exigencias curriculares tradicionales de los cursos de física del bachillerato. Se presentan algunas implicaciones para la formación de profesores de física, con el propósito de contribuir en una diferenciación entre el CDC de los profesores principiantes y el CDC de los profesores expertos.

PALABRAS CLAVES: Conocimiento Didáctico de Contenido, CDC, PCK, Profesor experto, Profesor novato, Física, Ondas.

ABSTRACT

This research focused on a case study on Pedagogical Content knowledge (PCK) of a High School teacher when she organizes her previous classes to teach waves in her physics course. Based on a qualitative perspective teacher was asked to fill a Content Reconstruction Co-Re (Loughran, JJ, Berry, A., & Mulhall, P, 2006). The first results of analysis were organized around the teachers answer of three questions: a. What are the big ideas around the theme of waves?, b. What you intend the students to learn about this idea? and c. Why it is important for students to know this idea? The teacher's answers are focus on students' interest in contrast to traditional curriculum demands that

have some implications to training physics teachers, specifically to contribute in a differentiation between PCK of novices and PCK of experts teachers.

KEY WORDS: Pedagogical Content Knowledge (PCK). Expert Teacher, Novice Teacher, Physics, Waves.

PROBLEMA

El conocimiento profesional del profesor de física se construye desde la integración de diversos conocimientos, uno de los cuáles se denomina el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) (Shulman, 1986) que se entiende como "amalgama" entre el conocimiento de la materia (física) y el conocimiento pedagógico del profesor de Física. Este conocimiento, como constructo (Abell, 2008), se retro-alimenta de las reflexiones que sobre la experiencia tiene el profesor y le provee de nuevo conocimiento que lo motiva a innovar sus estrategias de enseñanza. En efecto, Broome (1988) reconoce que el profesor experimentado que reflexiona sobre su práctica puede ser entendido desde la categoría de profesor experto, a diferencia de un profesor con muchos años de experiencia que no ha reflexionado sobre su práctica. En este sentido, se han destacado las investigaciones de Loughran, et al. (2006) por medio de la estrategia de indagación denominada Reconstrucción del contenido (Re-Co) que permiten profundizar por las características del CDC de los profesores de ciencias a partir de la explicitación de los aspectos a considerar en la enseñanza de un contenido específico.

En este trabajo se concibe al profesor de física como un profesional de la enseñanza que posee un conocimiento específico del movimiento ondulatorio que no solo ha adquirido gracias a su formación académica, sino que ha resignificado al reflexionar sobre su experiencia de enseñanza, lo que le ha permitido adoptar diferentes posturas en distintas situaciones, con el único objetivo de lograr que sus estudiantes comprendan mejor dicho conocimiento. Todo esto nos permitió formular la pregunta: ¿Cómo formula la profesora experimentada la enseñanza del movimiento ondulatorio a partir de una propuesta de Reconstrucción de Contenido (Re-Co)?

REFERENTES TEÓRICOS

Shulman (1986) en la conferencia: "*el paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza*", cuestionó la necesidad de incluir dentro del curriculum de formación de los futuros profesores, y de los que aún se encuentran en formación, el estudio del conocimiento didáctico del contenido (CDC). Este conocimiento resulta particular del profesor y deviene de su conocimiento sobre la materia y sobre la pedagogía propia o asociada específicamente a la enseñanza de la misma, lo que en Colombia ha venido denominándose la Didáctica específica de las disciplinas. El desarrollo del constructo CDC implica una reflexión o actitud crítica sobre la enseñanza, Etkina (2007) por ejemplo,

propone como componentes del CDC de los profesores de física los siguientes: a. *Orientaciones hacia la enseñanza*, b. *ideas de los estudiantes*, c. *estrategias y actividades*, d. *evaluación* y e. *Currículo*.

Para Bolívar (2005) el conocimiento profesional del profesor debe contemplar aspectos como "*Organizar el curriculum de modo narrativo, claro y comprensible para sus estudiantes, realizar una enseñanza de diferentes modos del mismo contenido, es decir que busca alternativas que le permitan al estudiante comprender y convertir su conocimiento de contenido disciplinar en CDC*", y en este sentido el "*CDC es el conjunto de construcciones pedagógicas, que resultan de la sabiduría de la práctica docente*", entre otros. Por tanto, el CDC como constructo de conocimiento donde confluyen la disciplina que se enseña y la didáctica de la misma, se constituye en línea de investigación en educación con objeto propio de estudio y metodologías diversas. Para el caso de los desarrollos investigativos en la formación de profesores de física Reyes J. (2010) ha identificado la necesidad de ahondar mucho más en el desarrollo de indagaciones más amplias en cuanto a contenidos de enseñanza de la física en diferentes niveles educativos.

Por lo tanto, es conveniente preguntarse por las características del CDC en los diferentes niveles de formación docente (inicial, continuada y posgradual) y aquellos que están asociados con la experiencia, la experticia y la reflexión sobre la práctica, y en este sentido indagar por aquellos aspectos distintivos y también exitosos que el profesor experimentado (reflexivo) manifiesta a diferencia del profesor novato.

En este proceso de indagación documental previa, se pueden distinguir algunos aspectos diferenciadores del CDC de los profesores experto (entendido como profesor experimentado). Aspectos que se sintetizan en el cuadro No 1.

Cuadro No. 1: Características del profesor experto
<ul style="list-style-type: none"> • Encuentra relaciones y posibilidades nuevas entre el contenido y su presentación. Bolívar (2005) • Es experto en conocimiento de su disciplina. • Tiene un punto de vista comprensivo y flexible de la materia que le permite transformar el contenido disciplinar en CDC. • Tiene potencial para recombinar, utilizar y desarrollar el currículo. (Gudmundsdottir 1990, citado en Bolívar 2005) • Su plan de trabajo es más complejo. (Moral 1990, citado en Marcelo 1993) • Tiene una mayor cantidad de relaciones y recursos que emplear para desarrollar un tema. • Comete menos errores y de menor importancia. (González, 1991 citado en Marcelo 1993) • Su formulación de ejemplos y explicaciones son variadas. • Usa ejemplos contextualizados. • Utiliza ejercicios de comprensión. • De una situación inesperada ahonda en explicaciones de posteriores temas que

- considera importantes.
- Evita silencios prolongados.
 - No se dirigen a toda la clase cuando formulan preguntas. (Elbaz 1983, citado en Ho, B. y Toh, K. 2000)
 - Sobre enfatizan verdades limitadas y simples. (Stein, Baxter y Leinhardt, 1990, citado en Marcelo 1993)
 - Aseguran haber aprendido a enseñar por la experiencia. (Llinares, Sánchez y García, 1992, citado en Marcelo 1993)
 - Planifican su enseñanza partiendo de los conceptos más generales hasta llegar a la información específica. (Baxter, Richert y Saylor, 1985, citado en Marcelo 1993)

METODOLOGÍA

En la investigación interpretativa realizada se utilizó como herramienta fundamental la propuesta de Loughran, et al. (2006) conocida como Reconstrucción de Contenidos (Re-Co) que permitió visualizar las ideas importantes sobre la enseñanza del movimiento ondulatorio para la profesora de física que formó parte del estudio. De acuerdo con Loughran la Re-Co se compone, además, de un conjunto de preguntas alrededor de las ideas importantes declaradas por el profesor, a saber:

- a. *¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?*
- b. *¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?*
- c. *¿Qué más sabe respecto a esta idea? (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)*
- d. *¿Cuáles son las dificultades o limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?*
- e. *¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de sus alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?*
- f. *¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?*
- g. *¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea)*
- h. *¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de la idea?* (Loughran, et al. 2006, p.28-29)

La Re-Co fue diligenciada completamente por la profesora antes de las sesiones de clase sobre el movimiento ondulatorio con sus estudiantes de grado Once. Se procedió a realizar un primer análisis del contenido de la Re-Co procurando la caracterización del CDC de la profesora, sin embargo aquí se presentarán solamente los resultados para los dos primeros aspectos del listado anterior.

RESULTADOS

En el cuadro No. 2 se muestran las respuestas de la profesora en la Re-Co sobre el movimiento ondulatorio. Para efectos de este avance se consideraron cuatro ideas: "a. ¿Qué es una onda?, b. ¿Cómo puede clasificarse una onda?, c. ¿Qué elementos permiten describir una onda? y d. ¿Qué es un fenómeno ondulatorio y cómo se clasifica?"

1. Las grandes ideas (¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema movimiento ondulatorio?)

Aunque la ubicación no es algo completamente fundamental para evidenciar jerarquización, se puede afirmar que la profesora concibe un orden en la enseñanza de las ondas dado por un proceso en el que primero hay que definir el objeto de estudio, para luego, clasificarlo y caracterizarlo y, por último al parecer aplicarlo para la comprensión de fenómenos. De otra parte, las grandes ideas sobre el movimiento ondulatorio son elaboradas en forma de pregunta, donde se encuentra un interés por dar razón del tema desde una perspectiva indagatoria en contraposición a una mirada meramente nominal. En este sentido, se aprecian como mínimo dos posibilidades, a saber: las preguntas están orientadas para la profesora misma pues es quien tiene que responderlas en el formato y podría buscar coherencia cuando dicte las clases, o las preguntas están orientadas para que los estudiantes también las respondan, como unas metas que tiene la profesora para con sus estudiantes y que eventualmente podrían ser valoradas.

Estas grandes ideas manifiestan una intención – de la profesora- por dar cuenta del conjunto de aspectos que usualmente se encuentran tanto en los libros de texto como en los planes de estudio y ciertos rasgos del documento del MEN (2004) sobre los estándares básicos en ciencias naturales y ciencias sociales. En este sentido, no se encuentra una visión complementaria con otras ciencias y más bien hay un centramiento por responderle a una cierta fidelidad hacia la física *per sé*. Sin embargo, tanto la *clasificación*, como la *descripción* no necesariamente pueden ser entendidas como ideas científicas, sino más bien como habilidades de pensamiento. Así, la profesora no solamente considera importante la definición de onda y de fenómeno ondulatorio, sino que también le interesa que sus estudiantes sepan clasificar como operación o habilidad mental, y describir como habilidad comunicativa.

Cuadro No. 2: Segmento de la Re-Co elaborada por la profesora sobre la enseñanza del Movimiento Ondulatorio.

	¿Qué es una onda?	¿Cómo puede clasificarse una onda?	¿Qué elementos permiten describir una	¿Qué es un fenómeno ondulatorio y como se
--	--------------------------	---	--	--

			onda?	clasifica?
¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?	<i>A explicar en sus palabras que es una onda.</i>	<i>Que existen diferentes criterios para clasificar una onda, que las clasifican y diferencian. Y porque un elemento no es igual al otro.</i>	<i>Que diferencien entre longitud de onda y amplitud, entre periodo y frecuencia. Identifiquen cresta, valle y oscilación.</i>	<i>Conozcan y diferencien cada uno de los fenómenos (reflexión, refracción, difracción) y en que se relacionan en sus situaciones cotidianas.</i>
¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?	<i>Porque existen muchas situaciones en su entorno que se fundamentan en esta idea.</i>	<i>La comprensión de la naturaleza de diferentes ondas como la luz y el sonido.</i>	<i>Unificación del lenguaje, que permite una comunicación asertiva. La aplicación de estos conceptos en la solución de situaciones problema.</i>	<i>La explicación y comprensión de los comportamientos diferentes de las ondas en situaciones diversas familiares para ellos.</i>

2. ¿Qué es una onda?

2.1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? (“A explicar en sus palabras que es una onda”)

Aun cuando la respuesta de la profesora no contempla específicamente la definición física de Onda en el contraste con sus acciones de clase se aprecia que ella espera que sus estudiantes estén en capacidad de definirla como una perturbación en un medio que se atribuye, principalmente, a un proceso de alteración de la posición de equilibrio de un sistema físico en particular. Para la profesora el objetivo es desarrollar la habilidad comunicativa del estudiante en cuanto este pueda explicar el significado de la onda, aspecto que puede estar asociado con la posibilidad que, eventualmente, tendría el estudiante de procesar información y elaborar sus propias interpretaciones. Así la profesora sugiere que su interés estaría también en que los estudiantes relacionen con su cotidianidad el significado de una Onda.

2.2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea? (“Porque existen muchas situaciones en su entorno que se fundamentan en esta idea”)

La relevancia de la enseñanza de la idea de onda está dada por su conexión con la cotidianidad, como por ejemplo al lanzar una piedra a un estanque, el agua sufre una perturbación donde *“las ondas viajan hacia afuera formando círculos cada vez mayores*

cuyos centros están en la fuente de perturbación" (Hewitt, 2004, p 366) o también es el caso de jugar con una cuerda *"cuando la persona da un golpe vivo arriba y abajo al extremo que sujeta, se forma una vibración que se mueve a lo largo de la cuerda hasta el otro extremo con una velocidad constante"* (Cromer, 1998, p. 284) Así la profesora reconoce que hay una relación entre los interrogantes o situaciones problema que los estudiantes tienen y el conocimiento físico, en este sentido la idea de onda es importante en cuanto sea útil para el estudiante en su entorno inmediato.

3. ¿Cómo puede clasificarse una onda?

3.1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? ("Que existen diferentes criterios para clasificar una onda, que las clasifican y diferencian. Y porque un elemento no es igual al otro")

Si bien la profesora no especifica cuáles son las características de las ondas que va a enseñar a sus estudiantes, si reconoce la importancia de que estos entiendan los parámetros bajo los cuales se pueden clasificar y diferenciar, como el caso de ondas que no requieren de un medio material para propagarse (ondas electromagnéticas) o aquellas ondas que tienen formas específicas de propagarse (lineal o radialmente desde la fuente de origen). Al parecer, la profesora identifica que los estudiantes tienen confusiones con la descripción de los elementos de una onda y los diferentes tipos que existen, por lo cual tiene una urgencia por evitar que esto suceda y en el contraste con sus acciones de clase se puede inferir que la profesora trata de diferenciar entre ondas mecánicas y ondas electromagnéticas desde la perspectiva de la perturbación de un medio material o de la transferencia de la perturbación.

3.2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea? ("La comprensión de la naturaleza de diferentes ondas como la luz y el sonido")

Para la profesora es importante que los estudiantes comprendan que existen diferentes tipos de ondas y cuáles son los elementos que las identifican. Aún cuando no explicita si enfatizará en la distinción entre ondas mecánicas y electromagnéticas, al hacer referencia a la luz y al sonido queda en evidencia que este es el criterio subyacente, por cuanto su preocupación está centrada en la naturaleza de las ondas. En este sentido, su preocupación por destacar la importancia de las ondas para los estudiantes tiene un fuerte componente de identificación de las características físicas propias de cada tipo de ondas, y en particular tal como se mencionó en el caso anterior frente a la distinción entre ondas mecánicas (*el sonido*) como ondas que requieren de un medio material para propagarse y que pueden ser de tipo longitudinal y transversal y las ondas electromagnéticas (*la luz*), caracterizadas por no necesitar un medio material, ya que se entienden como una perturbación de tipo electromagnética donde hay campos eléctricos y magnéticos variando en función del tiempo. Adicionalmente, cabe resaltar que la importancia está asociada a la comprensión de fenómenos muy cotidianos para los estudiantes como lo son el sonido (el

ruido, la musica, la voz, etc) y la luz (la radiacion solar, el bombillo, el led, la pantalla del televisor o del computador, etc)

4. ¿Qué elementos permiten describir una onda?

4.1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? ("Que diferencien entre longitud de onda y amplitud, entre periodo y frecuencia angular. Identifiquen cresta, valle y oscilación")

La intención de la profesora porque los estudiantes diferencien entre pares de conceptos como longitud de onda y amplitud, o periodo y frecuencia, revela su interés por contribuir en la caracterización de las ondas a partir de sus componentes, aspecto que devienen de las confusiones usuales de sus estudiantes. Los cuadros No 3 y No 4 sintetizan la interpretación de los pares de diferenciación que la profesora intenta que sus estudiantes comprendan, este análisis se hace con base en los libros de texto de física que la profesora consulta para sus clases.

Cuadro No 3: Par de diferenciación basado en la idea de espacio

Longitud de onda (λ)	Amplitud (A)
"La distancia* mínima recorrida en el espacio hasta que la función de onda se repita (la distancia entre crestas por ejemplo) se llama longitud de onda"(Tipler & Mosca, 2005, p. 439) o en términos de la distancia que hay entre dos puntos de la onda que tengan la misma fase, y que resulta más fácil de medir si corresponde a una cresta con respecto a la otra cresta.	"La amplitud es la distancia* que mide la onda desde su cresta hasta el punto de equilibrio" (Rodríguez, López, Quintero & Canales, 2009, p. 54-55)

*El resaltado es nuestro

Cuadro No 4: Par de diferenciación basado en la idea de tiempo

Periodo (T)	Frecuencia (f)
"es el intervalo de tiempo* requerido para que dos puntos idénticos de ondas adyacentes pasen por un mismo punto"(Serway & Jewett, 2008, p. 454)	"el número de crestas o valles que pasan un punto determinado en un intervalo de tiempo* unitario" (Serway & Jewett, 2008, p. 454)

*El resaltado es nuestra

Para el caso del par de diferenciación (λ -A) se puede apreciar como a la base de estos dos conceptos se encuentra el concepto de espacio y su métrica, lo cual se constituye en fuente de confusión pues ambas resultan ser longitudes. Ahora bien, para el caso del par de diferenciación (T-f) se puede apreciar como a la base de estos dos conceptos se

encuentra el concepto de tiempo y su métrica, lo cual se constituye también en fuente de confusión. Nótese que es en la caracterización de estos pares de diferenciación en donde la identificación de los subconceptos *cresta*, *valle* y *oscilación* adquiere significado para la profesora.

4.2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea? (“Unificación del lenguaje, que permite una comunicación asertiva. La aplicación de estos conceptos en la solución de situaciones problema”)

Para la profesora la descripción de la onda es importante porque contribuye en el desarrollo de las capacidades comunicativas de sus estudiantes. Especialmente en lo relacionado con la consistencia en el lenguaje y su utilización a la hora de expresarse. Su interés está centrado solamente en aspectos relacionados con los contenidos conceptuales y más bien propenden por su utilidad en el mundo del estudiante y en los procesos mentales y sociales del mismo. Pero, la descripción de una onda también puede ayudar a los estudiantes a responderle a las demandas del currículo del que la profesora hace parte, en particular a los usuales requerimientos que se hacen de aplicar los conceptos en ejercicios de lápiz y papel o “problemas”.

11

5. ¿Qué es un fenómeno ondulatorio y cómo se clasifica?

5.1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea? (“Que conozcan y diferencien cada uno de los fenómenos -reflexión, refracción, difracción- y, en qué se relacionan en sus situaciones cotidianas”)

La profesora manifiesta el interés en que sus estudiantes diferencien los fenómenos de reflexión, refracción y difracción. El cuadro No 5 muestra una posible diferenciación a partir de una guía de trabajo de la profesora (anexa a la Re-Co), aspecto que permite advertir que la intención de la profesora puede estar asociado también con la necesidad de eliminar las confusiones en razón a la interacción de las ondas con elementos del entorno. Así, distinguir la reflexión como fenómeno en donde la onda reflejada tiene una dirección opuesta a la onda incidente permite entender aspectos cotidianos como la reflexión en espejos. En el caso de la refracción donde la onda pasa de un medio a otro se pueden asociar situaciones como la manera en que se aprecian los peces en el agua transparente, o la aparente desviación de una cuchara en un vaso de agua transparente. Y para el caso de la difracción en donde la onda “rodea” obstáculos se pueden asociar situaciones relacionadas con la escucha de conversaciones por fuera de una habitación.

Aunque la profesora no especifica si estos fenómenos serán estudiados únicamente en ondas mecánicas o en ondas electromagnéticas, si propone una posible relación entre dichos fenómenos y situaciones conocidas por ellos. Para ella, aparte de tener un conocimiento sobre los fenómenos en mención, los estudiantes deben diferenciarlos de

acuerdo con sus características específicas, de manera que se les pueda relacionar con la cotidianidad, manifestando una vez más el sentido de utilidad del conocimiento físico en el entorno de los estudiantes.

Cuadro No 5 La diferenciación de los fenómenos ondulatorios

Reflexión	Refracción	Difracción
<i>"Es el cambio de dirección que experimenta la onda cuando choca con un obstáculo. Cuando las ondas se producen en el plano, se puede observar que las ondas se reflejan teniendo en cuenta que la medida del ángulo de incidencia es igual a la medida del ángulo de reflexión"</i>	<i>"Es el fenómeno que se produce cuando una onda pasa de un medio a otro, experimentando un cambio en la velocidad de propagación. cuando una onda pasa de un medio a otro, experimentando un cambio en la velocidad de propagación"</i>	<i>"Cuando una onda pasa cerca de un obstáculo o a través de un orificio, se produce un cambio en la curvatura de la onda. Este fenómeno se conoce como difracción"</i>

5.2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea? ("La explicación y comprensión de los comportamientos diferentes de las ondas en situaciones diversas familiares para ellos")

Para la profesora el conocimiento físico sobre el movimiento ondulatorio y sus clasificaciones intrínsecas (al parecer dadas por los fenómenos de reflexión, refracción y difracción) debe permitirle a los estudiantes comprender su entorno, el cual no solamente tienen que ver con situaciones en donde hay cuerdas atadas en un extremo y sometidas a vibraciones, sino que también hay situaciones relacionadas con ondas mecánicas como el sonido y electromagnéticas como la luz. Es decir que esté cargado de significados que eventualmente requieran estar en coherencia con las explicaciones físicas.

CONCLUSIONES

1. Las grandes ideas sobre el movimiento ondulatorio contemplan cuatro aspectos fundamentales: la definición del concepto de onda, la tipificación de la misma (mecánica o

electromagnética), la descripción a partir de sus componentes (Amplitud, longitud de onda, cresta, valle, frecuencia, período) y la conceptualización de fenómeno ondulatorio desde la perspectiva de la interacción de las ondas con elementos del entorno o con las maneras en que pasa de un medio a otro.

2. Para la profesora experimentada las grandes ideas para la enseñanza de las ondas en el bachillerato están asociadas con la conceptualización en relación con la cotidianidad del estudiante. Así, las grandes ideas son importantes en la medida que éstas tengan alguna utilidad para los estudiantes. Debido a que la profesora considera de vital importancia que sus estudiantes encuentren relaciones y respuestas en la explicación del movimiento ondulatorio a sus situaciones cotidianas, se podría pensar que usara ejemplos contextualizados (Elbaz 1983, citado en Ho, B. y Toh, K., 2000). Para el caso de la reflexión, la refracción y la difracción este aspecto resulta relevante por cuanto el interés no está centrado exclusivamente en sus definiciones, sino en la manera como estos pueden servirle a los estudiantes para interpretar situaciones cotidianas.

3. Por medio de la enseñanza de las grandes ideas sobre las ondas, y el movimiento ondulatorio, la profesora espera que sus estudiantes desarrollen habilidades como la clasificación, la caracterización y la diferenciación. En este sentido, la profesora no espera, necesariamente que sus estudiantes se aprendan las definiciones físicas *per sé*, sino más bien que, por medio de tales habilidades, sus estudiantes le den un sentido a su cotidianidad. Aspecto que confirma su diferencia con los profesores novatos que usualmente centran toda su atención en que los estudiantes aprendan los contenidos conceptuales en un sentido nominal, donde la planificación de la clase está focalizada en información específica (Baxter y otros ,1985, citado en Marcelo 1993).

4. La planificación de la profesora en esta Re-Co revela que su interés está centrado en preparar aspectos o conceptos más generales, tal como lo planteado por Baxter, Richert y Saylor (1985, citado en Marcelo 1993), donde se pretende posteriormente profundizar en especificidades como lo es el caso de los fenómenos ondulatorios de la reflexión, la refracción y la difracción.

5. La diferenciación entre pares de conceptos: Longitud de Onda – Amplitud, y, Frecuencia – Período, resulta relevante para la profesora, en especial porque responde a una forma de ver las confusiones de sus estudiantes sobre estos conceptos cuando ha dictado este tema en ocasiones anteriores. Se infiere que estas diferenciaciones se hacen necesarias, pues a la base de cada par de conceptos se encuentran conceptos fundamentales como el espacio y el tiempo, en forma correspondiente.

6. La profesora establece así unas relaciones alternativas entre el contenido de la física y su representación, en este sentido se coincide con Bolívar (2005), pues en este caso es por la vía de la utilidad que tenga el contenido para explicarse el mundo, por donde se

debería enfocar el estudio de las ondas, lo cual permite la generación de alternativas de enseñanza asociadas a desarrollar habilidades comunicativas en los estudiantes. Con todo, y como lo han planteado Cifuentes, M y Reyes J. (2009), la profesora '*pone un acento*' en aspectos que van más allá de la aplicación de un plan de estudios rígido, centrando su atención en la eventual producción del estudiante en relación con sus preguntas por las situaciones de la cotidianidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELL, S. K. (2008). PCK twenty years later: Does it remain a useful idea? *International Journal of Science Education (special issue on PCK)*, 30, 1405-1416.

BOLIVAR, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. En *profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado* 9, 2.

BROMME, R (1988). Conocimientos Profesionales de los Profesores. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 6 (1), 19-29.

CIFUENTES, M. y REYES, J. (2009). El profesor de física y las clases exitosas. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3464-3466. extraído el 30 de Noviembre de 2011, de: http://ice.uab.cat/congresos2009/eprints/cd_congres/propostes/htm/propostes/art-3464-3466.html

CROMER, A. (1998) *Física para las ciencias de la vida*. Reverte. 284.

ETKINA, E. (2007). Pedagogical Content Knowledge. Paper presented at PTEC Mini-Conference, North Carolina. Extraído el 30 de Noviembre, 2011, en: <http://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=5822&DocID=267>

HEWITT, P. (2004) *Física Conceptual*. Pearson Education. 366

HO, B. & TOH, K. (2000) Case studies of beginning teachers: Their Struggles, Knowledge and Beliefs. *Conference on Educational Research: Towards an Optimistic Future*. 4-7. Extraído el 30 de Noviembre, 2011, en: <http://aare.edu.au/00pap/ho00213.htm>

LOUGHRAN, J. BERRY, A, & MULHALL, P. (2006) Understanding and Developing Science Teachers Pedagogical Content Knowledge. Sense Publishers: Rotterdam. The Netherlands.

MARCELO, C. (1993). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido. En L. Montero y J.M. Vez (eds.), *Las didácticas específicas en la formación del Profesorado (I)*. Santiago de Compostela: Tórculo, 151-185.

MINISTERIO EDUCACION NACIONAL MEN (2004). Formar en ciencias: el desafío. Lo que necesitamos saber y saber hacer. Serie guías No 7. Extraído el 30 de Noviembre de 2011 de: <http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresCienciasSociales2004.pdf>

REYES J, (2010). Tendencias en investigación en el conocimiento pedagógico de contenido de profesores de física en formación inicial Revista de Enseñanza de la Física Vol. 23, Nº. 1-2, p. 7-20

RODRIGUEZ, A., LOPEZ, N., QUINTERO, H., & CANALES, R. (2009) Ciencia tecnología y ambiente. Cengage Learning Editores. 54-55.

SARKIM, T. (2004). Investigating Secondary School Physics Teachers Pedagogical Content Knowledge: a case study. Post script volume 5, 1.

SERWAY, R & JEWETT, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería: volumen 1. Cengage Learning Editores. 454.

SHULMAN, L. (1986) Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher. 15(2): 4-14.

TIPLER & MOSCA (2005) Física para la ciencia y la tecnología. Editorial Reverte.Barcelona