

UN USO DE LA HISTORIA EN LA ENSEÑANZA DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

One use of history on the teaching of didactics of physics

Recibido: 2 de noviembre de 2013 • Aprobado: 9 de diciembre de 2013

Olga Castiblanco*
Roberto Nardi**

RESUMEN

Se presenta el resultado de diseñar, aplicar y analizar un ejercicio para la enseñanza de la didáctica de la física, basado en el uso de la historia de las ciencias como insumo de información y fuente de debate. Partimos de dos presupuestos: 1) actualmente existe a nivel internacional una línea de investigación que estudia el uso de la historia, la filosofía y la epistemología de las ciencias en la formación de profesores, donde se muestra que es posible tratar los contenidos de la física de manera que se trasciendan los límites de la visión puramente matemática, y 2) una de las dimensiones que deben ser trabajadas en la formación de profesores, específicamente en la educación para la enseñanza, debe ser el (re)conocimiento de su saber disciplinar por medio de ejercicios de tipo metacognitivo, para lo cual la historia ofrece recursos apropiados. Con el fin de involucrar al futuro profesor en una actividad de tipo metacognitivo que le permitiera (re)visitar algunos de sus conocimientos de física, desarrollamos un ejercicio basado en resultados de investigación sobre la historia del concepto de luz. Analizamos las potencialidades del ejercicio en su formación para la enseñanza.

Palabras clave: *Didáctica de la física, historia de la física, enseñanza de la didáctica, naturaleza de la luz.*

* Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá Colombia. Correo electrónico: olcastiblancoa@udistrital.edu.co

** Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, SP (Brasil). Correo electrónico: nardi@fc.unesp.br

ABSTRACT

It is shown the result of design, implement and analyze an exercise for teaching of Didactics of Physics, based on the use of History of Science as an information resource and point of discussion. We start with two assumptions: (1) currently, in the international level there is a research field that studies the use of History, Philosophy and Epistemology of sciences on education of teachers, which present that this field allows to treat contents of Physics in nontraditional ways, that is to say, beyond to the mathematician vision; (2) one of the dimensions that should be worked on education of teachers, specifically in education for teaching, must be, the (re) connaissance of their disciplinary knowledge, through metacognitive exercises, for which History provides appropriate resources. In order to involve the future teacher in a metacognitive activity that would allow (re) visit some of their knowledge of Physics, we developed an exercise based on research results about the history of the light concept. We analyzed the potentialities of this exercise to educate for teaching.

Keywords: *Didactics of physics, history of physics, teaching of didactics, nature of light.*

Introducción

Se puede decir que en la formación de licenciados en Física la enseñanza de las disciplinas científicas como la física no tienen el objetivo de formar para su respectiva enseñanza, sino que tiene el fin de lograr que el licenciado adquiera los conocimientos necesarios para tener dominio conceptual del campo. Por otro lado, la enseñanza de disciplinas como la historia, la filosofía y la epistemología de la física atiende a objetivos como el tratamiento de hechos importantes en la física desde la Grecia Antigua hasta nuestros días, o el análisis de las influencias de las escuelas filosóficas en el desarrollo de la física clásica y moderna, o la ilustración en las revoluciones tecnológicas originadas por los avances científicos, o el recuento de los orígenes y la evolución de las leyes y los conceptos

de la física, como se muestra en Castiblanco (2013). En consecuencia, se hace necesario un espacio para interrelacionar los conocimientos adquiridos en las disciplinas de las ciencias exactas con los adquiridos en las disciplinas de las ciencias humanas y sociales, perspectiva sobre la cual existen actualmente líneas de investigación y producción literaria.

Así, partimos de la base de que la enseñanza de la didáctica de la física contribuye a la formación para interrelacionar tales conocimientos; es decir que en este campo de aprendizaje el futuro profesor puede acrecentar su conciencia sobre el grado de dominio que tiene del saber disciplinar que irá a enseñar. En consecuencia, desarrollamos esta propuesta de acción en el aula, que ilustra un ejemplo de cómo llevar a la práctica una posible

interrelación de saberes disciplinares tanto de la historia como de la física, con el objetivo de formar para la enseñanza.

Importancia del uso de la historia en la didáctica de las ciencias

De acuerdo con Castiblanco y Nardi (2012), hay un consenso generalizado entre los investigadores de este campo sobre que la didáctica de las ciencias es un área interdisciplinar; es decir que, para desarrollar conocimiento en esta área, es necesario recurrir a la integración de saberes que no solo vienen de la ciencia que se va a enseñar, sino también de las ciencias humanas y las ciencias sociales. Esto hace que las líneas de investigación en este campo traten de diversas temáticas con diversas metodologías, ya que el desarrollo de trabajos interdisciplinares, de acuerdo con Klein (2007) y Klein (1990), es complejo. Esta autora muestra cómo en el último siglo este término ha sido entendido como una metodología, un concepto, un proceso, una forma de pensamiento, una filosofía o una reflexión ideológica; sin embargo, en todos los casos apuntan a resolver problemas a los cuales no se les ha podido encontrar solución por métodos simples o enfoques particulares, y por lo tanto requieren una reflexión más profunda sobre las maneras de combinar diversas disciplinas, el grado de integración y la metodología para los diversos casos.

Para la enseñanza de la didáctica de las ciencias, y específicamente de la física, nos cuestionamos sobre los fundamentos teóricos que deben orientar la práctica del profesor en este campo, de manera que pueda lograr el objetivo de formar al licenciando para la enseñanza, donde se espera que sus alumnos

—futuros profesores— estén en la capacidad de atender diversos públicos y, por ende, enseñar la física con diversos fines y metodologías, lo cual le va a exigir trabajar basado en la interdisciplinariedad.

Así es como al buscar en la literatura de las didácticas específicas se encuentran resultados que ya muestran la necesidad de relacionar diversas disciplinas para desarrollar conceptos de la didáctica. Sanmartí (2002) muestra que enseñar ciencias es algo más que enseñar conceptos y teorías; para la autora es necesario investigar sobre procesos didácticos que respondan a nuevos objetivos de enseñanza, por ejemplo enseñar la interpretación de fenómenos más allá de enseñar verdades existentes. Para esto es necesario encuadrarse en saberes que vienen de la epistemología y la filosofía de las ciencias, reconociendo, al mismo tiempo, que los conocimientos didácticos son síntesis de diversos campos de estudio en función de cada una de las disciplinas científicas (física, química, biología), ya que ellas tienen problemáticas y estructuras específicas.

Desde esta perspectiva, se inscriben también Carvalho y Gil-Pérez (1993), al considerar que, además de la importancia de tener el conocimiento de las ciencias exactas, este conocimiento debe ser comprendido con la historia, la epistemología y el contexto de surgimiento. De igual manera, Cachapuz, Praia y Jorge (2002) evidencian la necesidad de considerar la historia y la epistemología de las ciencias por ser enseñadas, con el fin de propiciar la reconstrucción de los conocimientos que se irán a trabajar en el aula, ya que a partir de estas áreas se pueden dar diversos trata-

mientos a los conocimientos científicos, del mismo modo que es importante saber sobre aspectos de la psicología del aprendizaje para saber mediar en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Así, entendemos la didáctica de la física como el conocimiento por ser enseñado para que el profesor aprenda a enseñar física, lo que significa que el futuro profesor comprenda la esencia de lo que va a enseñar, el cómo, el por qué, el para qué, procesos que le exigen visitar la física que sabe y pensarla en un contexto educativo. De esta forma, la historia de la física contribuye a ampliar la comprensión de la manera como se construyó un determinado concepto, el análisis de los paradigmas de la historia y sus desarrollos, los aprendizajes del estudio de la evolución de los conceptos y, en general, las nuevas maneras de ver la naturaleza de las ciencias, temas en los cuales ya existe producción en la literatura internacional.

Metodología de investigación

Los resultados presentados en este trabajo forman parte de una investigación más amplia presentada en Castiblanco (2013). Esta investigación se caracteriza como cualitativa, ya que el problema en estudio se relaciona con la enseñanza de un campo que busca formar profesionales de la educación. Dado que los mismos investigadores nos vimos involucrados en la planeación y el desarrollo de la propuesta, para posteriormente analizar la relación entre la teoría y la práctica nos enmarcamos en una investigación activa del tipo intervención, entendida en el sentido presentado por Chizzotti (2003), donde se considera la intervención con diversos propósitos para el estudio del fenómeno.

La propuesta se desarrolló en el contexto del espacio académico Didáctica de las Ciencias, ofrecido en el séptimo semestre de un programa de Licenciatura en Física de una universidad pública del interior del estado de São Paulo (Brasil), durante el segundo semestre de 2012, con un grupo de catorce estudiantes.

La pregunta que buscamos resolver fue ¿qué tipo de actividad se puede desarrollar para producir en los licenciandos un ejercicio de tipo metacognitivo sobre su propio conocimiento de la física, de acuerdo con los resultados de investigación que ligen la historia y la didáctica de la física?

Para resolverla, nos basamos en los estudios teóricos mencionados y realizamos una búsqueda sistemática en los resultados de investigación que nos sirvieran como insumos para diseñar la actividad. Posteriormente, produjimos el material por ser utilizado en el aula y desarrollamos la clase, donde a partir de las respuestas escritas de los licenciandos constituimos textos que conformarían el *corpus* por ser analizado. Se desarrolló un análisis de contenido, de acuerdo con la perspectiva de Bardin (2002), complementado con un análisis textual discursivo, en la perspectiva de Moraes y Galiezzi (2007).

Propuesta de actividad que usa la historia de las visiones de la naturaleza de la luz

Después de la búsqueda de resultados en nuestro tema en estudio, optamos por considerar la propuesta de Silva y Martins (2010) y Silva (2010), no para llevar directamente este material al salón de clase, sino para inspirarnos en su elaboración. Concretamente,

a partir de allí tomamos la información que nos permitió construir una línea del tiempo con relación a las diferentes definiciones de la naturaleza del concepto de luz a lo largo de la historia de la física.

El contenido encontrado en este referencial teórico nos permitió organizar una tabla que contenía diversas definiciones de “luz” con sus respectivos autores, a partir de allí diseñamos la actividad, teniendo siempre presente que deberíamos propiciar un ejercicio de tipo metacognitivo. Para esto, consideramos como metodología de interacción en el aula la dinámica “de lo colectivo a lo individual”, que definimos como la presentación de un tema por ser tratado, pidiendo la opinión libre de los estudiantes sobre formas de resolver situaciones o preguntas, o puntos de vista respecto del problema, para posteriormente organizar pequeños grupos con el criterio de responder a la logística, o agrupar por afinidad ideológica, o por disparidad ideológica, para finalmente llevarlos a reflexiones de tipo individual y socialización de sus conclusiones de manera oral o por escrito.

En este orden de ideas, la clase consistió en las siguientes fases que fueron desarrolladas durante 4 horas.

- 1) Presentación del tema y breve indagación oral al colectivo sobre la manera como definen “luz”.
- 2) Organización de grupos, a los cuales se le entregó un material que consiste en un grupo de fichas con nombres de autores que propusieron definiciones de “luz” a lo largo de la historia, el dato de la nacionalidad y la época en la que vivieron. Con este material, cada

grupo debía elaborar una línea del tiempo la cual indicara para los diferentes años los nombres de los autores que intervinieron. A continuación, se presenta la respectiva información.

Tabla 1

Empédocles, Grecia 484-424 a. C.	Leucipo, Grecia 480-420 a. C.	Platão, Grecia 428-348 a. C.
Aristóteles, Grecia 384-322 a. C.	Euclides, Grecia 330-275 a. C.	Ptolomeo, Grecia 85-165 d. C.
Alhazen, Irak 965-1040 d. C.	R. Grosseteste, Inglaterra 1168-1253	Santo Tomás de Aquino, Italia 1225-1274
Francesco Grimaldi, Italia 1618-1663	Descartes, Francia 1596-1650	Huygens, Holanda 1629-1695
Hooke, Inglaterra 1635-1703	Newton, Inglaterra 1642-1727	Leonard Euler, Suiza 1707-1783
Thomas Young, Inglaterra 1773-1829	James Clerk Maxwell, Escocia 1831-1879	Heinrich Hertz, Alemania 1857-1894
Max Plank, Alemania 1858-1947	R. Millikn, EEUU 1868-1953	A. Einstein, Alemania 1879-1955

Fuente: elaborado por los autores según Silva (2010).

Posteriormente, se les pidió elaborar una explicación sobre el comportamiento de la figura obtenida, para ser socializada ante el grupo con intervención de la profesora en términos de diálogo y cuestionamientos a sus propuestas de explicación.

3) Nuevamente, trabajando en grupos, se les entrega un grupo de fichas que contiene frases representativas de las definiciones que los diferentes autores dieron, pero sin contener el

autor. Se les pide a los estudiantes ligar en un juego tipo “apareamiento” las frases con los autores que ellos consideran que las dijeron.

Se busca que los licenciandos se autogeneren preguntas tanto del significado de cada frase como de las posibilidades de que tales perspectivas hayan sido desarrolladas en las diferentes épocas y países. De igual manera, se busca que autorrevisen sus conocimientos sobre la evolución del concepto de luz y su naturaleza como onda, partícula, material o no material, con velocidad finita o infinita, etc., además de tener la posibilidad de discutir con sus colegas sus propios discursos al respecto. A continuación, se presentan las frases seleccionadas.

Tabla 2

La luz es un movimiento transmitido que necesita de tiempo para propagarse.
La luz está compuesta por átomos arredondados y veloces que se desplazan en el vacío.
La visión de un objeto es debida a tres rayos de partículas: uno proveniente de los ojos, otro proveniente del objeto y otro de la fuente iluminadora.
La luz es el resultado de la actividad de un determinado medio, cuya vibración provoca el movimiento de humores presentes en los ojos.
La luz tiene propiedades: ellas son la refracción y la reflexión.
Se detecta la refracción solar de la luz y de las estrellas al atravesar la atmósfera terrestre. Se describen con detalle las leyes de la refracción y la reflexión.
La visión consiste en la formación de una imagen óptica en el interior del ojo, la cual funciona como una cámara oscura, donde los rayos de luz emitidos por cada punto del cuerpo atraviesa la pupila y forma un punto correspondiente a la imagen del espejo en la cámara.

La luz es la primera forma corporal de las cosas materiales.
Dos cuerpos no pueden ocupar el mismo lugar al mismo tiempo; sin embargo, la luz o cualquier objeto transparente sí puede. Por lo tanto, la luz no es algo material.
La luz tiene una tendencia natural al movimiento o presión y es transmitida con velocidad infinita.
La luz es producida por vibraciones de un medio sutil y homogéneo y este movimiento se propaga por impulso o ondas simples y de forma perpendicular a la línea de propagación.
La luz no viene del cuerpo luminoso hasta nosotros por algún movimiento impreso a la materia que está entre los dos. La luz se propaga de forma análoga al sonido, pero sabiendo que el sonido no se propaga en el vacío, entonces existe el éter luminífero que llena todo el espacio y explica la gran velocidad de la luz, mas tal velocidad no es infinita.
La luz puede poseer un fenómeno además de los ya conocidos (reflexión, refracción y difusión); este es la difracción. Se observa la presencia de franjas de colores internas y externas a la sombra de un objeto iluminado.
Si la luz consiste apenas en la presión propagada sin movimiento real, ella no sería capaz de agitar y calentar los cuerpos que la refractan y reflejan. Los rayos de luz no son cuerpos minúsculos emitidos por las sustancias que brillan.
Constata problemas en la concepción corpuscular (masa y volumen de las partículas, de fuerza de los cuerpos para reflejar o refractar, el concepto de inflexión, la influencia de la gravitación, entre otros).
La luz se propaga en línea recta porque todos los movimientos no perturbados son rectilíneos, o porque en un medio homogéneo y altamente elástico todas las ondulaciones son transmitidas rectilíneamente. La luz tiene propiedades análogas a las de las ondas, y por lo tanto tienen interferencia.

La luz se comporta como una onda electromagnética.
Confirma que las ondas electromagnéticas poseen propiedades de ondas luminosas.
La luz es compuesta por partículas de energía (quanta de energía).
Se confirma la cuantización de la energía.
La radiación de los objetos está relacionada con la temperatura, y ocurre como la emisión de “quanta” de energía.

Fuente: elaborado por los autores según Silva (2010).

4) Se entrega a cada grupo un cuadro con la solución al ejercicio de “apareamiento de información”, con el fin de que puedan com-

par sus concepciones con lo que ocurrió en la historia de acuerdo con la literatura.

5) Se abre la discusión colectiva para dialogar tanto de aspectos de la física envuelta en las diferentes definiciones de luz como de los problemas de tipo filosófico y epistemológico que se encuentran al intentar comprender la evolución de este concepto.

6) Se pide que de manera individual y por escrito sinteticen los principales aprendizajes que les dejó la actividad tanto en su condición de estudiantes de Física como en su condición de futuros profesores de Física, al igual que se les pide responder la pregunta: ¿cómo describe usted la naturaleza de la luz?

Resultados

La línea del tiempo que se obtuvo fue la siguiente:

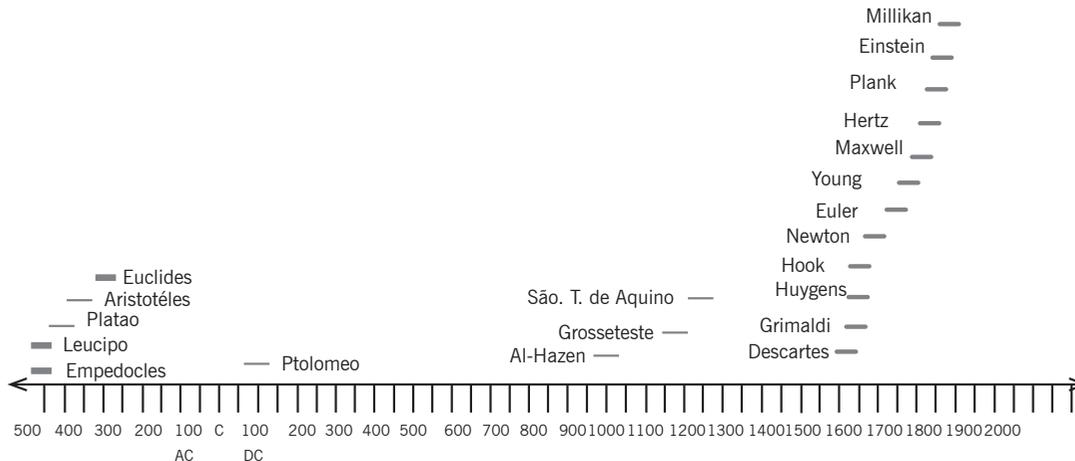


Figura 1. Línea del tiempo que indica la época y los autores que propusieron definiciones sobre la naturaleza de la luz

Fuente: elaboración propia.

El análisis de esta figura permitió orientar un debate entre los licenciandos, para lo cual se vieron en la necesidad de poner en

acción sus conocimientos sobre las diferentes maneras de entender un concepto que se supone todos ya habían aprendido y sobre el

cual tenían algún dominio. Al analizar la línea del tiempo obtenida fue posible orientar discusiones sobre el impacto de las culturas en el desarrollo de las producciones científicas como resultado de sus concepciones de tipo religioso, filosófico, político, tecnológico, lingüístico o experimental. A continuación, fueron surgiendo opiniones en torno a lo que ellos consideran “dar por entendido un concepto”, ya que se mostraron sorprendidos de la figura obtenida, pues esperaban encontrar un continuo de aportes, es decir, autores que proponían teorías periódicamente; sin embargo, lo que se observa son largos espacios de tiempo (miles de años) en los que no hubo aportes, al menos de tipo novedoso registrados en la literatura.

Es de notar que la explicación más generalizada ofrecida por los licenciandos para estos discontinuos fue el impacto que pudo tener la religión en los desarrollos científicos; frente a estas opiniones se analizó junto con ellos que estaban tratando de extrapolar para toda la historia el evento que todos conocen de lo que ocurrió con Galileo y algunos otros autores en la Edad Media, lo cual generó más preguntas. Además de esto, se presentaron dudas sobre la existencia de algunos autores en algunas épocas, es decir que se puso en evidencia un cierto desconocimiento de la historia de la física.

Después de verificar con ellos la solución y analizar las diferentes definiciones de “luz” en función de la épocas, y plantear la pregunta sobre ¿cómo describe usted la naturaleza de la luz?, encontramos las siguientes respuestas¹:

La luz es un paquete de onda (onda localizada) que se propaga sin la necesidad de

un medio. Su interacción se da como una onda y como una partícula.

[...] una dualidad de onda partícula, donde su carácter ondulatorio y estudiado como partícula por medio de la formación de grupos de ondas [...] posee naturaleza onda partícula, interactúa como partícula y se propaga como onda [...]

Una forma de energía que se propaga a través del espacio, bien como onda electromagnética o bien como partícula.

[...] onda o partícula, dependiendo de la interacción que exista con ella.

La naturaleza de la luz, así como otras diversas cuestiones físicas aún están abiertas pudiendo ser modificadas en cualquier momento.

Depende de la necesidad; [...] con estudio de lentes y espejos, la óptica geométrica sería suficiente [...] si hubiera selección con las tecnologías actuales, el modelo vigente (basado en el comportamiento onda partícula), sería necesario.

[...] se puede comportar como una onda o una partícula dependiendo de su situación.

[...] se propaga como onda e interactúa con la materia como partícula [...].

Notamos que entre los licenciandos hay visiones sobre la naturaleza de la luz aparentemente similares, en el sentido de que todos hablan de un cierto comportamiento como onda o partícula, sin embargo, radicalmente diferentes en sus definiciones, tales como: onda que interactúa con la materia como onda y como partícula, onda cuyo comportamiento

¹ Traducción libre de los autores (las respuestas de los alumnos fueron dadas en portugués).

particular se da en forma de grupos de ondas, se propaga como onda e interactúa como partícula, se propaga como onda electromagnética o como partícula, el comportamiento como onda o partícula depende de la situación.

Notamos que todos tienden a proponer explicaciones basadas en el modelo consolidado a comienzos del siglo XX, según el cual, en la teoría de la mecánica cuántica, se relacionan aspectos corpusculares a la radiación y también aspectos ondulatorios a las partículas, pero las diversas definiciones sugieren que existen confusiones que evidencian, en varios casos, posible falta de comprensión del fenómeno en sí, como se observa en las respuestas, las cuales no diferencian exactamente en qué consiste el comportamiento ondulatorio o corpuscular de la luz, o respuestas que no responden a la pregunta, sino que hablan de otros aspectos.

Al preguntar por los aportes o las contribuciones que reconocieron en este ejercicio para su enriquecimiento como profesores o investigadores de la física o de la enseñanza de la física, podemos decir que, en general, los licenciados reconocen que el aprendizaje de las diversas visiones de la naturaleza de la luz existentes en la historia de la física les permitirá mejorar su desempeño como futuros profesores e investigadores. También reconocen que la estrategia del uso de la historia y filosofía de la física es muy importante para auxiliar la enseñanza de la física, ya que permite desmitificar la idea de ciencia como verdad absoluta, comprender mejor cómo se construye el conocimiento científico y agudizar el sentido crítico y reflexivo sobre su propio aprendizaje. Además, declararon haber aprendido un poco más sobre física o, al

menos, tomado conciencia de lo que necesitan estudiar con mayor profundidad.

Esto nos permite inferir que, efectivamente, una forma significativa de enseñar la didáctica de la física es poniendo en práctica los mismos temas que se enseñan, que para nuestro caso fue la importancia del uso de la historia en la enseñanza de la física. Observamos en los licenciados la intención de aprovechar los aprendizajes de este ejercicio para planear las clases con sus actuales o futuros alumnos, utilizando resultados de investigación que interrelacione la historia con la enseñanza, al mismo tiempo que les dio confianza el hecho de sentir que comprendieron un poco más de la física. Ellos afirmaron:

Esto que fue trabajado, estudiado y aprendido en la clase contribuye de forma bastante significativa a mí como profesor, pues adquiero una base mejor para explicar a mis alumnos cómo la física y sus conceptos se dieron y en cuáles contextos [...].

El conocimiento de estas teorías ayudan a la comprensión de la historia de ellas, contribuyendo a mostrar al alumno cómo evoluciona el conocimiento científico [...].

Conociendo las diferentes teorías antiguas, puedo presentar la evolución de los modelos a los alumnos; así ellos verán que las teorías no son cosas de genios, que se desarrollan en un *in site* (un solo momento).

El estudio realizado con ayuda de la historia y la filosofía de la ciencia genera en el alumno una visión diferente de la ciencia. Él pasa a percibir que esta no se comporta de manera lineal y comienza a desmitificar la cuestión de la verdad absoluta y aumenta su sentido crítico.

Es de gran importancia saber/conocer cómo transcurre la construcción del conocimiento con el fin de hacer los análisis necesarios.

Al observar y comparar las respuestas de los licenciandos durante el desarrollo del curso, fuimos viendo cómo ellos iban profundizando más en el análisis crítico de los temas propuestos. Por ejemplo, al comienzo hablaban de la historia como un recurso para “cautivar” a los alumnos; sin embargo, vimos que esta concepción fue cambiando paulatinamente y fueron expresando, al final, que la historia y la filosofía verdaderamente les ayudan en la mayor comprensión de lo que enseñan y les permiten dar tratamientos diferentes de los contenidos de la física para planear nuevas estrategias de enseñanza.

Conclusiones

Podemos decir que con este ejercicio fue posible llevar a los futuros profesores a reconocer la importancia de interrelacionar saberes para la enseñanza, que para este caso fue específicamente entre la historia de la física y la didáctica de la física. Hubo una toma de conciencia de que el profesor necesita recurrir a resultados de investigación que le permitan desarrollar la enseñanza a partir de la interdisciplinariedad. No se trata de que los licenciandos se tornen especialistas en historia de la física, sino de que comprendan las posibilidades de tomar aportes de diferentes disciplinas para mejorar procesos de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, nos gustaría hacer hincapié en que la planeación de estas actividades son el resultado de entender la didáctica de la física

más allá de la visión técnica que la reduce al uso de algunos recursos de apoyo como instrumentación o tecnologías, sin querer decir que estas no sean importantes, mas queriendo decir que enseñar a enseñar implica llevar al profesor, en primera instancia, a tomar conciencia del dominio de contenido que va a enseñar en una visión más amplia que el simple dominio de algoritmos matemáticos, lo cual se espera que contribuya a la autonomía para diseñar sus propias estrategias de enseñanza.

Referencias

- Bardin, L. (1977/2002). *Análise de Conteúdo* (trads. L. A. Reto y A. Pinheiro). Lisboa: Edições 70.
- Cachapuz, A., Praia, J. y Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carvalho, A. M. P. y Gil-Perez, D. (1993). *Formação de professores de ciências* (2.^a ed.). São Paulo: Cortez Editora.
- Castiblanco, O. L. (2013). *Uma estruturação para o ensino de didática da física na formação inicial de professores: contribuições da pesquisa na área*. 275f. Tesis (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.
- Castiblanco, O. L. y Nardi, R. (2012, agosto). Establishing common elements among some science education references as a resource to design a Didactics of Physics program for teachers' initial

- education. *Latin American Journal of Physics Education*, 6, Supplement. I.
- Chizzotti, A. (1991/2003). Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (6.^a ed.). São Paulo: Editora Cortez.
- Klein, J. T. (1998/2007). Ensino Interdisciplinar: Didática e teoria. In: Fazenda, I. (Org.). 1998. *Didática e Interdisciplinariedade* (13.^a ed.) (pp. 109-132). São Paulo: Editorial Papirus.
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Wayne State University Press: Detroit.
- Moraes, R. y Galiazzi, M. C. (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí.
- Sanmartí, N., Marquez, P. y García, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de Innovación Educativa*, 113.
- Silva, B. V. C. E. (2010). Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Silva, B. V. C. E. y Martins, A. F. P. A (2010). Natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências, Campo Grande*, 5(2), 71-91.