

Discursos de los docentes formadores sobre el papel de la Historia de la Ciencia en la enseñanza de la Óptica para la formación inicial de profesores de Física

Lisbeth Lorena Alvarado-Guzmán
Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”
lisbeth.alvarado@unesp.br

Roberto Nardi
Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”
r.nardi@unesp.br

Línea temática: Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia y Naturaleza de la Ciencia
Modalidad: 6

Resumen

Los aportes de la Historia, filosofía y sociología de las Ciencias son reconocidos en la formación inicial y continua de profesores y han sido tenidos en cuenta para el diseño de propuestas de formación y problematización de los contenidos a enseñar.

Por otro lado, son escasas las investigaciones que hacen foco en los formadores de profesores de Física y sus prácticas pedagógicas y los pocos que se ha realizado, han estudiado sus discursos. En este sentido, al preguntarse por cuales son los discursos de los formadores de profesores de Física se busca reconocer que estos son concreciones de los sentidos construidos a preguntas del tipo: ¿Qué significa formar un profesor de Física? Y por tanto los discursos que confluyen en este proceso, movilizan ideologías, esto es, maneras de comprender la realidad, que responde al qué, cómo, porqué y cuando enseñar. Particularmente, en la enseñanza de la Óptica se privilegian enfoques que priorizan el modelo geométrico de la luz y poco se abordan problemas como el color, las aplicaciones tecnológicas y los avances científicos, así como las controversias y los desarrollos que tuvieron lugar en el siglo XX y XXI al resignificar la luz y sus interacciones con la materia. Por tanto, la investigación que se presenta a continuación se desarrolla con formadores de profesores de Física en una universidad colombiana y busca reconocer los discursos que estos movilizan sobre la enseñanza de la Óptica en la formación inicial de profesores y los aportes que la Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia puede brindar en este nivel. A través del análisis del discurso y desde un grupo de discusión se interpretan inicialmente sus discursos. Se encuentra, que los formadores de profesores de Física establecen la importancia de una visión amplia de la óptica que supere la clásica presentación. Para esto, consideran que se debe hacer énfasis en los fenómenos ópticos y elementos de la naturaleza de la luz y consideran que esto se puede dar a través de la inclusión de elementos de la Historia y Filosofía de la Ciencia. Se espera continuar con la investigación y avanzar en propuestas para

la construcción de asignaturas y elementos curriculares desde los formadores de profesores y las contribuciones de la HFSC.

Palabras clave

Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia, Formadores de profesores de Física, Óptica, Naturaleza de la Luz, Análisis de Discurso.

Objetivos

- Identificar los principales aportes de la Historia, Filosofía y Sociología de las Ciencias que los formadores de profesores reconocen en la formación inicial de profesores de Física.
- Interpretar los discursos construidos en el dialogo con formadores de profesores de Física sobre la enseñanza de la Óptica en la formación inicial de profesores de Física.

Marco Teórico

Identificando el problema a partir de la formación inicial de profesores de Física

En el marco de la conferencia GIREP de 2010, realizada en Francia y titulada: Enseñanza y aprendizaje de la Física hoy: ¿Desafíos? ¿Beneficios? fue desarrollado un simposio sobre cambios en la formación de profesores de ciencias de enseñanza básica y media, en el cual fueron abordadas algunas transformaciones necesarias en la formación de profesores de ciencias naturales y propuestas desarrolladas con éxito en algunos países. Además, hubo discusiones anteriores sobre los problemas en esa área que se ubican relacionados con estrategias y métodos para desarrollar el conocimiento pedagógico de contenido, tanto en la formación inicial como en la formación continuada (PARK, 2008) y particularmente llaman la atención en dificultades de competencias en el conocimiento de contenido y las dificultades de los iniciantes en poner en práctica el conocimiento pedagógico (PK) en relación al CK, KAMINSKI; MICHELINI, 2010, p, 169; (traducción propia).¹

Estas dificultades también se extienden a la enseñanza de la Física en Colombia. Los programas de formación enfrentan, por un lado, una tradición y estructuras político-administrativas que impiden su reestructuración y, por otro lado, un aumento en las demandas y una disminución en la inversión en investigación y enseñanza. Entre tanto, los desafíos se mantienen iguales: ¿Cómo ofrecer programas de formación de profesores de Física que

¹ At operative level, the main problems in teacher education are related to strategies and methods to develop Pedagogical Content Knowledge (PCK) (Shulman 1987) both in preservice and in-service teacher education (Park, 2008). Some related main problems are: the lack of competences in content knowledge (CK); the difficulties of novices in putting in practice pedagogical knowledge (PK) in relationship with CK, the general difficulty to integrate PK and CK for PCK development, planning skills and coherence in teaching/learning path.

atiendan a las necesidades educacionales para diferentes situaciones y contextos y como mejorar las habilidades profesionales de los profesores (KAMINSKI; MICHELINI, 2010)? Por tanto, la problemática que se expone aquí es que la formación inicial del futuro profesor de física no se ha transformado para dar respuestas a las nuevas exigencias que tiene, los cursos disciplinares siguen siendo impartidos en la mayoría de los casos bajo la lógica positivista, con ideas de progreso y acumulación de conocimiento que determinan el orden y la intensidad de las disciplinas. Así, los estudiantes siguen pasando por física I o Mecánica, después Termodinámica, continúa el programa con Electromagnetismo y por último Mecánica Cuántica y relativista. ¿Es esta la única organización del saber para aproximarse a la física? ¿Qué nos dice esta organización del conocimiento científico? ¿A qué imagen corresponde esta organización de los contenidos científicos? Al revisar las investigaciones en Enseñanza de la Física, se constata el acuerdo en la comunidad de una máxima: el profesor de Física debe tener una sólida formación disciplinar que le permita avanzar en propuestas de enseñanza en este campo del saber. Sin embargo, Ayala (1992) resalta que no debe ser cualquier formación, esto es: *Un profesor de física requiere una sólida formación en esta disciplina, pero decididamente una formación diferente a la que se le da a un físico; y no porque sea de menor calidad sino porque ha de formarse para desarrollar un trabajo de intervención cultural. [...] El problema de la educación —dice Ridgen— son los procesos cognitivos. Que no es —añadimos— la preocupación central de los físicos. [...] (Ayala, 1992, p. 3)*

Así, la pregunta que surge es ¿Qué física debe saber el profesor? Si se acepta que la formación disciplinar debe ser diferente, el papel de los formadores de profesores es fundamental para desarrollar propuestas curriculares que tengan en cuenta los anteriores planteamientos. Por tanto ¿Cuáles son los discursos de los formadores de profesores de Física sobre la Enseñanza de la Óptica?

Aportes de la HFSC a la formación de profesores y a la enseñanza de la Óptica

La Óptica es uno de los tópicos más problemáticos en la enseñanza de las ciencias. En los años noventa, múltiples trabajos exploraron los problemas de la enseñanza de la luz y la óptica geométrica (Beléndez, A., Pascual, I., & Rosado, L, 1989). (Solbes Matarredona, J., & Zacarés García, J, 1993), (Palacios, F. J. P, 1987), (Palacios, F. J. P, 1995), (Mulhall, W., Marchisio, S., & Sanchez, P, 1993), (Perales Palacios, F. J., & Nievas Cazorla, F, 1991), entre ellos Palacios & Perales (1994) que mencionan:

“Tradicionalmente, la óptica ha sido uno de los grandes parias de los programas escolares de la Ciencia. La presentación del tema es basada, como muestran algunos libros didácticos, en la ecuación de lentes de Descartes, la óptica geométrica y la producción de imágenes a través de espejos y lentes, así como la explicación a través de la ecuación de Snell de la refracción de la luz y las leyes de reflexión. (p.1)

Lo anterior corresponde a lo propuesto en algunos libros de texto de Física, en los cuales normalmente encontramos modelos híbridos que coexisten en la explicación de la luz a través de la teoría corpuscular y la ondulatoria. En este sentido, el abordaje de los problemas físicos asociados a la óptica es muy limitada, entonces la riqueza de la exploración del fenómeno

óptico es perdida, una vez que los problemas relacionados con la luz, la visión, el color y la imagen, así como la naturaleza de la luz, son poco explorados o reducidos a ley de Snell.

Retomando los principales aportes de la Historia, Filosofía y Sociología de las Ciencias (HFSEC) (Izquierdo Aymerich, Mercè; García Martínez, Álvaro; Quintanilla Gatica, Mario; Adúriz Bravo, A, 2016) es posible pensar en nuevas formas de organizar y secuenciar los contenidos en la formación inicial de Física, teniendo la HFSEC como un organizador del currículo que tiene en cuenta todos los elementos anteriormente mencionados, para que el futuro profesor de Física no solo sepa sobre los productos de la Física, en este caso, la naturaleza, fenómenos e interacción de la luz con la materia, sino que problematice la actividad científica y su papel en el desarrollo social y cultural y sus relaciones con la tecnología.

Metodología

Los discursos de los formadores en la formación inicial de profesores de Física

Pensar los problemas de la formación de profesores relacionada a las prácticas discursivas nos lleva por caminos que evidencian las formas como se concibe la educación, el sujeto que se educa y el conocimiento. Así, desde los estudios del discurso propuestos por Pecheux y retomados por Eni Orlandi (2004) en la línea del análisis del discurso francés, se desarrolla esta investigación en la búsqueda de los sentidos construidos y explicitados en un dialogo entre formadores de profesores de Física. Es claro que en este dialogo intervienen sujetos con diferentes formaciones, intereses y experiencias, que moldean a su vez diferentes ideologías. La elección del referencial teórico- metodológico del Análisis del Discurso en la línea francesa, particularmente los trabajos de Pêcheux y Eni Orlandi, se da por la búsqueda de develar el sujeto que se constituye en los discursos desde la comprensión por las relaciones sociales de dominación y transformación que se dan mediante procesos discursivos (Souza, 2014)

Bajo esta perspectiva es importante explicitar que se entiende por Discurso. Para Pêcheux, el discurso es “efecto de sentido entre locutores” (Ibid, p. 46). Así, bajo esta forma de concebir el lenguaje y el sujeto, aparecen dos conceptos inter ligados: ideología y lengua.

Así, el discurso se enfoca como una materialidad específica de la ideología y la lengua como materialidad del discurso (Souza, 2014). Este último elemento llama la atención y nos aleja de visiones simples sobre el discurso, pues éste se distingue del texto en tanto es más que la disposición de caracteres, o la enunciación que provoca sonidos, esto es, está en estrecha relación con la constitución del sujeto en el mundo social. Al respecto, (Almeida, Nardi, & Bozelli, 2009) mencionan que:

“[...] o sujeito quando fala estão interpretando, atribuindo sentido às suas palavras em condições específicas, e ele o faz como se os sentidos estivessem nas palavras desaparecendo suas condições de produção. Assim, parece-lhe haver transparência na interpretação. Entretanto, esta não é mero gesto de decodificação e de apreensão de sentidos. Mas também não é livre de determinações. Ela obedece à memória, o que pode

dar-se com a memória institucionalizada, ou seja, o trabalho social da interpretação, o arquivo, ou com a memória constitutiva, o interdiscurso ou memória discursiva. Pág. 97”

Así, el acto de hablar, atribuyendo sentido a las palabras de acuerdo con unas condiciones específicas, pareciera que muestra la transparencia del lenguaje y la interpretación, sin embargo, el “gesto de decodificación y de aprehensión de sentido” está cargado de ideologías que se concretan en la memoria que usamos para producir estos episodios de habla.

Grupo de discusión

Los grupos de discusión es una técnica de investigación cualitativa que se sitúa en el contexto de discurso social. Canales y Peinado (2007) lo definen como una técnica de investigación social que trabaja con el habla, pues en toda habla se articula el orden social y la subjetividad. (Canales & Peinado, 2007, p.289)

Esta técnica está en concordancia con el marco analítico de Análisis del Discurso que se propone en esta investigación, pues es en la interacción discursiva que la subjetividad y la ideología aparecen para constituir lo social.

Un elemento interesante para analizar es que la interacción entre dos o más participantes moviliza el discurso y los sentidos que cada sujeto ha construido, pero de manera contingente. Frente a esto Canales y Peinado (Ibid) mencionan sobre el trabajo en grupo:

“El discurso social, la ideología, en su sentido amplio como conjunto de producciones significantes que operan como reguladores de lo social-, no habita, como un todo. ningún lugar social en particular. Aparece diseminado en lo social. No es, tampoco, interior al individuo, en el sentido de una subjetividad personal, sino exterior, social, como ya pusieron de manifiesto Bajtin y su escuela, (Voloshinov, 1992)”

Como se evidencia, el grupo actúa como una entidad que ordena el discurso de acuerdo con la pertinencia y sentido social que se comparte y negocia.

En este grupo focal participaron cinco formadores de profesores de Física, que de ahora en adelante se simbolizan con las letras: F, Y, D, P, E. Las características comunes de los cinco formadores son: a) tienen alguna relación con la formación de profesores de Física o de formación de profesores de Ciencias Naturales, b) tienen formación en un programa de Física o Licenciatura en Física y afines c) sus áreas de actuación en la docencia son diversas y se encuentran entre las que se proponen en la formación inicial de profesores de Física (Didáctica de la Física, Física, Historia y Filosofía de las Ciencias, entre otras). Para registrar el dialogo, se utilizó videograbación, grabación de voz y cuaderno de apuntes.

Resultados

Los resultados que aquí se presentan corresponden a una fase inicial de los análisis de los datos consolidados en un primer grupo focal.

Un primer resultado importante es que este grupo de formadores de profesores de Física han tenido diferentes conexiones a lo largo de su trayectoria profesional en la educación superior.

- Dos profesores comparten la misma formación inicial en la misma universidad, pero en periodos de tiempo diferente y sus intereses de investigación actuales divergen a las áreas de: Didáctica de las Ciencias (F) y Filosofía de la Ciencia (Y).
- Los profesores F, Y, D y P han intervenido en la formación inicial y/o en la formación posgradual del profesor H y la entrevistadora.

Las anteriores son condiciones de producción del discurso que determinan entre otras cosas los turnos de habla, las interacciones y las réplicas en el dialogo.

La discusión en el grupo focal inicia con la pregunta sobre cómo recuerdan que aprendieron óptica en la Universidad, lo cual evoca su formación inicial y prácticas que por la tradición han estado presentes a lo largo de la historia de la formación de profesores de Física.

E: Recordando desde nuestra formación universitaria inicial (Licenciatura en Matemática y Física, Licenciatura en Física) ¿Cómo nos formaron en Óptica? La respuesta de los profesores en principio estuvo encaminada a enlistar los contenidos que comúnmente se abordan desde la Óptica geométrica como son ecuación de lentes, refracción, ley de Snell y con foco en la modelación matemática. Consideran que hubo poca reflexión sobre el fenómeno físico y la luz vuelve a aparecer cuando se aborda la mecánica cuántica pero nuevamente desde la modelación matemática, por tanto, estos dos tópicos tienen poca conexión.

Sin embargo, D y F recuerdan la importancia que tuvo la presentación del experimento crucial de Newton, para el primero, y un abordaje de la Óptica más fenomenológica para el segundo. Al respecto F menciona:

F: “[...] era una óptica de experimentos, era la óptica donde podíamos mirar una vela que se inclina, podemos ver la vela al infinito para un lado, infinito para el otro, recreo varias veces experiencias con el prisma, pero una que me impacto a mí fue el de la doble difracción- esa experiencia, primero porque es raro verla [...] era simplemente comprender el comportamiento de la luz”

Reconocen que el problema de la luz es relevante en la formación de profesores de Física y abarca múltiples aspectos, desde Astronomía, pasando por concepciones mecanicistas de la luz (Voltaire y Newton), mecánica cuántica y relatividad. Esto se evidencia cuando F menciona:

F: “Cuando uno empieza a mirar que a lo largo de toda la carrera el problema de la luz es un problema fundamental [...]”.

Al preguntar sobre lo que consideran debe saber un profesor de Física sobre Óptica para enseñar, los profesores apelaron a la experiencia como formadores en nivel universitario y como profesores de enseñanza media, frente a esto Y menciona:

Y: “[...]compatibilizando con la experiencia, yo hace mucho tiempo no dicto un curso de Física como tal, y sobre todo en secundaria, cuando lo hacía, o en la universidad, [...]”.

Esto evidencia que la experiencia en docencia en enseñanza media y superior también contribuye a la autoformación que el formador de profesores tiene.

Por otro lado, al intentar dar cuenta de lo que debería “saber un futuro profesor sobre Óptica” se encuentran diferentes posturas que van desde el reconocimiento de aportes de la HFC, las controversias científicas y el uso de originales, hasta nuevos contenidos que se han dejado

por fuera de la organización curricular tradicional, esto se refleja en los siguientes comentarios realizados por Y, D y H.

Y: *“la pregunta presupone que la enseñanza debe estar orientada por unos contenidos y yo sí creo que la orientación debe cambiarse, debe estar interesada en algunos contenidos y es tener una visión más amplia, ósea, como se hace ciencia, ubicar el carácter de la ciencia y el contenido como tal se vuelve secundario;*

D: *“Es que el oficio del profesor es enseñar, ¿Qué tipo de conocimiento se requiere para que el estudiante comprenda cualquier contenido de la Física, estándar, canónico, de pronto los fija la tradición, la experiencia, [...]”;*

Y: *¿Cuál óptica? Cuando miro la historia, encuentro que la óptica es un problema de complejidades, que cuando se habla de cuántica pareciera que no hay óptica, en electromagnetismo, pareciera que no hay óptica, cuando precisamente está inmersa en ella, el detalle es que como nos la han presentado, nos la han presentado tan fraccionada que nos han hecho creer que es aquella que deriva de la óptica geométrica y Física, pero está inmersa en los problemas fundamentales de la Física misma [...]”;*

H: *“más allá de esos contenidos, eso que sentido y como se vive en el mundo, la óptica [...] ¿Por qué deje de preguntarme del mundo? Los chicos si preguntan ¿Cómo funciona la cámara fotográfica, el telescopio, el mismo arcoíris, o los atardeceres, preguntas asociadas a la vida que uno usualmente deja de pensar, que debería ser un ejercicio de la formación de profesores-, esa física debería permitir pensar su mundo”*

También se evidencia una tensión entre el conocimiento disciplinar y su enseñanza, Al respecto P menciona

P: *“Para hacer el tipo de cosas que menciona D, tiene que ser una persona que conozca muy bien la teoría, [...] todo evento natural, real, es muy complejo, Cuando hablamos de óptica, el bachillerato (enseñanza media) trabajan mucho la óptica geométrica, el otro problema de la enseñanza, es la inquietud permanente de estarse preguntando esas cosas, [...] si el profesor realmente conoce los conceptos él puede orientar”* Como se evidencia, por un lado se discuten los productos de la ciencia y por otro, una actitud hacia la ciencia que se debe generar en el futuro profesor de Física.

Conclusiones

A manera de reflexiones iniciales, los formadores de profesores de Física, como sujetos históricos, retoman elementos de su formación inicial y de su experiencia docente para actuar y consolidar la forma de comprender la enseñanza de la Física y la formación inicial de profesores. En sus discursos se reconoce los aportes de la Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia para problematizar la presentación tradicional de la Óptica y que incluyen elementos sociales, políticos, culturales y ambientales. Esto se evidencia en la necesidad de discutir los contenidos a enseñar (Izquierdo i Aymerich, M, 2005) con el propósito de buscar nuevas organizaciones que den cuenta de la actividad que tendrá el futuro profesor de Física. Sin embargo, hay diferencias en la forma en que se concibe la HFSC en la FIPF, pues en algunos casos se piensa posterior a la formación disciplinar en Física, mientras que en otros casos se reconoce como un elemento que debe estar entrelazado con esta formación disciplinar para generar sentidos complejos y complementarios. Para finalizar, se evidencia que generar espacios de dialogo y trabajo conjunto con redes de trabajo para formadores de

profesores, rompe con la soledad del formador y genera nuevas posibilidades de desarrollar propuestas desde diferentes aristas para nutrir la formación del futuro profesor de Física, pues dada la variedad de los perfiles, es posible ver posturas complementarias para abordar el problema de la formación inicial.

Agradecemos el apoyo del CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Brasil), la AUIP – Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado y la Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” por el apoyo para participar de este evento y el desarrollo de esta investigación.

Bibliografía

- Almeida, M. J.; Nardi, R.; Bozelli, F. C. (2009). A diversidade de interpretações como fator constituinte da formação docente: leitura e observação. *Educar em revista*, v. 34, p. 95-109.
- Alvarado-Guzmán, L. L. (2017). El papel de la experimentación en los discursos sobre la refracción de la luz: elementos para la formación de profesores de ciencias naturales. 2017. *Dissertação (mestrado) - Universidad del Valle, Cali*.
- Ayala, M. M. (1992). La enseñanza de la física para la formación de profesores de física. In: *Reunión Latinoamericana sobre Enseñanza de la Física*. Porto Alegre. *Anais. Rio Grande do Sul*, 1992, p. 1-7.
- Beléndez, A., Pascual, I., & Rosado, L. (1989). La enseñanza de los modelos sobre la naturaleza de la luz. *Enseñanza de las ciencias*, 7(3), 271-275.
- Canales, M., & Peinado, A. (2007). En J. Delgado y J. Gutiérrez. *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en Ciencias Sociales*.
- Izquierdo i Aymerich, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.
- Izquierdo Aymerich, Mercè; García Martínez, Álvaro; Quintanilla Gatica, Mario; Adúriz Bravo, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias (M. I. A. y Otros (ed.)). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Kaminski, W.; Michelini, M. (2010). Teaching and learning physics today: challenges? Benefits? In: *GIREP - ICPE - MPTL International Conference*, 2010, Università Degli Studi di Udine. *Anais... França*, 856f.
- Mulhall, W., Marchisio, S., & Sanchez, P. (1993). Metodología con enfoque histórico y epistemológico para la enseñanza de la óptica geométrica y la estructura de la materia. *Revista de Enseñanza de la Física*, 6(Extra), 64-70.
- Orlandi, P.E (2004). Análise de discurso.
- Palacios, F. J. P. (1987). Análisis de contenidos en óptica geométrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 211-219.
- Palacios, F. J. P. (1995). Los trabajos prácticos de óptica geométrica en los libros de texto de EGB. *Alambique*, 6, 119-123.
- Palacios, F. J. P. (1998). Enseñanza de la óptica. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, (1), 1994, 133-138.

- Perales Palacios, F. J., & Nieves Cazorla, F. (1991). Ideas previas en óptica geométrica: un estudio descriptivo. *Revista Investigación en la Escuela*, 13, 77-84.
- Solbes Matarredona, J., & Zacarés García, J. (1993). ¿Qué sucede con la enseñanza de la Óptica?. *Revista Española de Física*, 1993, vol. 7, num. 4, p. 38-44.
- Souza, P. D. (2014) *Análise de discurso*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.