



LA FORMACIÓN CIENTÍFICA Y DOCENTE: INFLUENCIA EN LA ACTUACIÓN DEL DOCENTE DE FÍSICA EN LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Omayra Janeth Pérez Castro

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Física.

RESUMEN

Existen cuestionamientos sobre la enseñanza de la Física, considerándose ineficaz. Se esgrimen varios factores, entre los cuales se mencionan la baja calidad de la formación previa de los estudiantes, la poca aplicabilidad de los contenidos enseñados, la calidad del docente, etc. Es necesario hacer un estudio sistemático de las distintas variables para tomar medidas que realmente resulten en una mejoría de los índices apropiados de medición de la eficacia de la Enseñanza de la Física. En este trabajo presentamos los resultados de un estudio de caso que permite elaborar un perfil del docente en servicio frente a la actividad experimental. Con base en este perfil, se hacen recomendaciones para la formación inicial y la formación continua de docentes de Física. Estos resultados sirven también para elaborar una encuesta que dé información estadística y a la vez que orienten la investigación hacia la medición de parámetros pertinentes en un problema a n variables.

PALABRAS CLAVES

Actividad experimental, estudio de caso, necesidades profesionales, física, Ciencia.

De forma generalizada la formación del profesorado del área científica se ha caracterizado por estar dominada sólo por contenidos (Woolnough & Allsop (1985)), sin relación alguna con las formas de ver, hablar, hacer y de enseñar la Ciencia actualmente. Ello ha llevado a los docentes, en primer lugar, a promover una enseñanza científica fundamentada sólo en la lógica de los contenidos; en segundo lugar, a no darle valor a la necesidad de manejar, de forma adecuada, un

contenido didáctico que le ayude a lograr los objetivos de la enseñanza científica. Y por último, el docente carece de herramientas que le permitan valorar de manera crítica, entre otras cosas, el papel de la Ciencia en la sociedad, su desarrollo, su naturaleza, el papel del trabajo experimental como elemento para su enseñanza, etc. Todo esto nos dirige a reflexionar sobre las carencias y necesidades que tiene y pueda tener la estructura curricular que sustenta la formación tanto inicial como continua del profesorado del área científica.

¿Qué pasa con las propuestas curriculares referentes a la formación de los profesores del área científica? En este sentido, Pesa y Cudmanni (1999) señalan que *las propuestas curriculares para la formación de profesores se han caracterizado por estar estructuradas como procesos acumulativos de saberes no relacionados*. Es decir, que los profesores de Ciencias, arman un conjunto de referentes teóricos en función de saberes no relacionados y fundamentan su práctica docente en los mismos. Por lo tanto, la pregunta es: *¿se da realmente esta desintegración o no relación de saberes en la formación del profesorado de Ciencias?*

El estudio de la actuación de un profesor en el aula, puede llevar a encontrar algunas posibles respuestas a esta cuestión. En este trabajo reporto la información referente a la actuación de un profesor de media, que fue recopilada a través de la observación de unas sesiones de *Trabajo Experimental* y la grabación en vídeo de las mismas, así como de entrevistas realizadas a este profesor antes, durante (entre una hora-clase y otra) y después del desarrollo de la experiencia. El método fue previamente validado con varios casos utilizados como control (Pérez, 2001).

1. Actuación de un profesor de Física durante la actividad experimental vs la concepción que tiene sobre su formación científica y su formación docente

Luis es profesor, licenciado en Física y ejerce como profesor de Física en secundaria desde 12 hace años. Siempre ha impartido los cursos de Física a alumnos cuyas edades oscilan entre los 15 y 18 años, y actualmente tiene grupos-clases de 40-45 alumnos, a los cuales imparte tres horas de clases y dos horas de actividad experimental. La escuela de Luis cuenta con un pequeño laboratorio de Física con lo mínimo indispensable para el desarrollo de actividades experimentales. En

cuanto al grupo-clase utilizado para la observación estaba formado por 42 estudiantes (17-18 años). El tema a desarrollar en estas sesiones fue “Carga de un Condensador.” El objetivo de Luis era: “*que los estudiantes comprendieran la función de un condensador en un circuito.*” Unos días antes a la observación y grabación de las sesiones de trabajo experimental se proporcionó a Luis distintas preguntas, en formato de cuestionario. Presentamos a continuación cada una de las preguntas, seguidas de las respuestas que dio a las mismas.

¿Qué es Ciencia? “*La Ciencia investiga “fenómenos”, “hechos” a través de la observación, experimentación y análisis de la naturaleza, sus cambios propios y sus alteraciones*”. “*La Ciencia permite develar el orden de la naturaleza. Cada vez se sabe más cómo funcionan las cosas. Y cada vez más nos acercamos a la verdad*”. “*Para mí, la Ciencia es... Investigar “fenómenos”, “hechos” a través de la observación, experimentación y análisis de la naturaleza, sus cambios propios y sus alteraciones*”.

¿Qué función tiene el “Trabajo Experimental” en la Enseñanza de la Física? “*El trabajo experimental permite mediante la manipulación de objetos “ver” fenómenos y cuantificarlos. Permite generar poco a poco ideas, posibles explicaciones y volver a “ver” el fenómeno cuantas veces sea necesario y haciendo “ver” variantes*”.

¿Cómo te han enseñado Física? “*En la universidad y en secundaria la forma en que me enseñaron Física fue muy similar. Dentro de un enfoque muy mecánico, orientado a la resolución de problemas de forma muy automática: el profesor definía un concepto de manera expositiva; presentaba una ecuación que representaba dicho concepto; presentaba uno o dos ejemplos de aplicación de la fórmula para resolver problemas; y asignaba problemas de prácticas. Claro está en la universidad.... Se promovía un poco más la reflexión y había asignaturas con laboratorio*”.

¿Cómo has aprendido Física? “*Utilizando textos, trabajando en grupo con mis compañeros, haciendo preguntas a los profesores fuera de las horas de clases. También he aprendido mucho al tener que enseñar, preparar mis clases todos los días en sí es una experiencia de aprendizaje*”.

¿Cómo te enseñaron a enseñar Física? *“No me enseñaron a enseñar Física. Nos indicaban como debíamos organizar y planificar el trabajo partiendo de un objetivo a seguir. Nos indicaron la importancia de la utilización de técnicas audiovisuales. Esto no es necesariamente que me enseñaron a enseñar Física, sino más bien que cosas debemos hacer para prepararnos para enseñar Física”.*

Explica cómo desarrollas tus clases de Física en estos momentos.

“Asigno trabajos que los estudiantes exponen oralmente... asigno problemas para resolver... Luego estos problemas se resuelven en el tablero (la pizarra) para que los estudiantes aprendan de sus errores. Realizo experiencias de laboratorio”.

Luis explicó su planificación de la sesión de trabajo experimental a observar: *“Los alumnos encontraran el material listo. Antes de ir al laboratorio, doy una descripción muy general de lo que se va a hacer... Inmediatamente pasamos al laboratorio. Cuando comienzan ellos parten con la información que les acabo de dar o con un diagrama... Observo lo que hacen... Los voy interrumpiendo a medida que trabajan para hacer alguna aclaración... Después, comienzan a recopilar datos... Los dejo trabajar... Puede ser que a la primera vez algo les salga mal, pero no deben desechar esa información... Entonces, en otro momento les pido, por ejemplo como primera tarea, que traigan la información graficada... Que grafiquen voltaje con respecto al tiempo... corriente con respecto al tiempo... Eso quedaría pendiente para la siguiente clase. Todos tienen que tener sus datos. Es una regla. Todos tienen que graficar sus datos individualmente. De modo que cuando regresan, ya vienen con sus gráficas hechas. Bueno a partir de allí, se sigue analizando el tipo de curva que se obtuvo. Hago más énfasis en esta parte. Siempre planifico, a grosso modo, lo que voy a hacer. Lo fino no. Eso depende de lo que va saliendo en el aula”. Y agregó: “No uso guiones de práctica, pues para que un guión de práctica quede bien, de manera tal que los estudiantes trabajen individualmente necesitaría mucha redacción....mucha preparación para que tengan el estilo que pienso que deben tener para que el alumno trabaje sólo. Es decir, para que pueda leerlo, ir haciéndose preguntas, para que vaya redactando sus respuestas... No sé cómo te explico... Un guión de laboratorio como tal, tiene que llevar al estudiante a trabajar lo más independiente posible.”*

Luis colocó el material a utilizar sobre la mesa. Entregó instrucciones escritas sobre todo lo que debían hacer, organizó los grupos y presentó el condensador como un elemento desconocido. Hizo hincapié en el trabajo individual y en la sincronización de las acciones, además señaló continuamente la lectura de las instrucciones escritas. Luis daba indicaciones precisas del procedimiento y hacia comentarios tales como: *“Esa gráfica es producto de datos experimentales. Existe una expresión teórica relacionada con este comportamiento. Lo que voy a presentar ahora es la expresión teórica. Vamos a generar los datos y luego a graficarlos. Lo siguiente será comparar ese resultado teórico con los resultados experimentales....”*.

Luis explicó cómo generar datos de una ecuación, construir un gráfico a partir de los datos obtenidos. Además, destacó las diferencias de altura entre la gráfica experimental y la gráfica teórica, pero no explicó a qué se debían. De esta forma finalizó la sesión de clase.

Al preguntarle a Luis cómo iba a evaluar los resultados de aprendizaje de sus estudiantes, respondió: *“Analizaremos de nuevo la experiencia, el tipo de función que sale. Usarán una hoja semi-logarítmica, para tratar de linearizar y hallar algún parámetro. Le doy otros valores de la capacitancia o de la resistencia y les pido que generen una curva teórica a partir de la ecuación teórica, que grafiquen la curva teórica, que grafique la curva experimental y que comparen los resultados. La evaluación estará dada en función de la manipulación de los datos. Le doy una tabla de datos y ellos tienen que buscar toda la información de lo que se ha hecho anteriormente”*. En la siguiente sesión, Luis promovió que los alumnos generaran la gráfica teórica de la corriente a partir de la ecuación correspondiente. Y con la comparación de las gráficas experimental y generada de la corriente Luis dio por terminada la actividad experimental. Por último, al cuestionar a Luis sobre el cumplimiento de sus objetivos, respondió: *“El comportamiento de los alumnos impide hacer todo lo que uno ha dispuesto... Pero sí logre hacer todo lo que había planeado... Se hace lo mejor que se puede”*.

2. Análisis de la actuación del profesor

El análisis de la actuación de Luis a lo largo de la actividad experimental, se presenta en dos partes: 1) la relación Visión sobre lo que es Ciencia y su relación con la Práctica docente. 2) la relación

Visión sobre su formación científica / Visión sobre su Formación docente / Práctica docente.

Visión sobre lo que es Ciencia y su relación con la práctica docente

Para Luis, la Ciencia busca la verdad a través de la experimentación, y el conocimiento científico se adquiere a través de la observación de los hechos. Este punto de vista sobre lo que es Ciencia se ve claramente integrado a su actuación en el aula. Por ejemplo, inició la clase sin investigar en sus alumnos los modelos explicativos de los fenómenos a los cuales se enfrentarían (en Ciencia se llama estado de la cuestión y en didáctica exploración de las ideas previas) que sirven de referencia para orientar las acciones que debían realizar. Esto me lleva a afirmar que Luis:

- Parece desconocer que la observación no está libre de un modelo explicativo de la naturaleza. Puede ser que crea que, al observar, los alumnos tienen un conjunto de referentes o conocimientos innatos que activan ciertos mecanismos cognitivos en ellos que le permiten inducir un modelo. Esta concepción es empirista.
- Al presentar el condensador como un elemento desconocido, señala que cree que sus alumnos comprenden lo que es y la función que tiene dentro del circuito a través de un *aprendizaje por descubrimiento*.

Para el empirismo, el conocimiento científico se descubre aplicando el método científico. Las actuaciones de Luis iban dirigidas a que los alumnos siguieran un procedimiento, observaran, tomaran datos, construyeran representaciones gráficas y generaran la comprensión del funcionamiento del dispositivo que estudiaban. En otras palabras, que generaran una teoría de funcionamiento del dispositivo, como una forma de garantizar el acercamiento del conocimiento científico a los alumnos.

La visión de Luis sobre lo que es Ciencia está, a su vez, integrada a la visión que tiene sobre la actividad de enseñanza: el trabajo experimental permite generar poco a poco ideas, posibles explicaciones y volver a “ver” el fenómeno cuantas veces sea necesario y haciendo “ver” variantes. Esta visión es identificada en su actuación en el aula, pues redujo el trabajo experimental a un conjunto

de procedimientos. Todo esto con el objetivo, aparente, de asegurar una buena toma de datos. ¿Qué significado tienen los datos para Luis? Son los hechos a observar. Los hechos que llevarán a los alumnos a generar una teoría.

La visión de Luis del papel del guión de práctica dentro del trabajo experimental es de un instrumento pensado para promover el trabajo individual e independiente del alumno. Los guiones de práctica tienen como función, proporcionar a los estudiantes una idea global de lo que tienen que hacer, pero no la de promover que estos trabajen sin interaccionar con los que le rodean, pues los estudiantes necesitan de la interacción con otros para acercar los conocimientos que se les presentan a los que ya tienen. Todo lo argumentado, hasta el momento, señala de manera directa hacia la visión de Ciencia que tiene Luis y la forma que está integrada a su práctica docente: la dirige, orienta y operativiza.

Relación entre la visión sobre su formación científica / visión sobre su formación docente / práctica docente

La formación de Luis se caracterizó porque sus profesores seguían un mismo modelo de enseñanza, basado en las siguientes características: definir un concepto, presentar la ecuación relacionada a ese concepto, utilizar esta ecuación para resolver un problema y proponer una práctica de resolución de problemas.

La *imagen* de Luis con respecto a la Física que se enseña en la escuela media o en la universidad es la de *una Física reducida a una ecuación* y resolución de ejercicios cuantitativos. La Física es una Ciencia natural que estudia todos aquellos fenómenos naturales que tienen una estructura matemática. La formación científica de Luis lo llevó a percibir la Física como Matemática y la redujo a ecuaciones o a hacer ejercicios cuantitativos. Pero, la Matemática no es sólo ecuaciones, por lo tanto, Luis parece haber construido una visión simplista de ambas Ciencias.

La imagen que tiene Luis de la Física, que aprendió durante su formación, parece orientar su práctica docente. Es decir, el modelo de enseñanza que este profesor parece criticar en sus comentarios es el que sigue en su actuación en el aula, eso sí con pequeñas variantes. En lugar de comenzar sus clases definiendo un concepto, como sus

profesores, él comienza con una experiencia, donde promueve en primer lugar la toma de datos y seguido promueve el análisis de los datos obtenidos entorno a una ecuación. Utiliza la ecuación como medio para que los alumnos comprendan el concepto que estudian. Pasa de una visión deductiva a una visión inductiva.

El lector puede decir, que éste no es un elemento lo suficientemente fuerte para afirmar que Luis sigue el modelo de enseñanza que utilizaban sus profesores de Física. Ante esto, los refiero a la forma en que señaló que evaluaría el aprendizaje de sus alumnos: “... *Posteriormente la evaluación de eso va a ser en función de la manipulación de los datos. Les doy una tabla y ellos tienen que buscar toda la información de lo que se ha hecho*”. Los alumnos tendrán que aplicar las ecuaciones aprendidas para reproducir las características del fenómeno, lo que implica darles una fórmula para resolver un ejercicio.

La imitación del modelo de enseñanza dentro del cual se aprende, se expresa también cuando Luis explicó la forma en que desarrolla sus clases de Física, dijo: “Periódicamente asigno problemas para resolver... Se resuelven en el tablero... para que los estudiantes aprendan de sus errores”. La resolución de ejercicios implica la utilización de un conjunto de ecuaciones. Es clara, entonces, la imitación de un modelo de enseñanza donde la Física es reducida a la resolución de ejercicios cuantitativos.

Las ideas expresadas en los dos párrafos precedentes nos llevan a señalar que este profesor piensa que para aprender Física es necesario repetir una misma acción o conjunto de acciones varias veces a través de la resolución de ejercicios: “*Asigno problemas...*”. En igual forma evalúa el aprendizaje de sus alumnos por medio de una tarea de reproducción de lo que han hecho.

Luis expresó que *no le enseñaron a enseñar Física que aprendió a enseñar enseñando a sus alumnos*. Recuerda de su formación docente que le enseñaron a organizar y planificar el trabajo partiendo de un objetivo. Pero a la vez señala *que eso no es enseñar a enseñar, sino más bien enseñar qué cosas se deben preparar para el momento de enseñar*. Este trabalenguas me lleva a señalar que la visión que tiene Luis, con respecto a su formación docente está muy relacionada con la

planificación de su trabajo y la elaboración de objetivos. Y esto es sólo una parte de todo lo que conlleva la compleja tarea de enseñar.

Luis dio mucha importancia al lugar donde iba a desarrollar el trabajo experimental, a la preparación del material, al tiempo que iba a invertir en el desarrollo de esta experiencia y a las indicaciones que iba a dar a los alumnos para organizar su trabajo. Para él, no parecía tener importancia la gestión y manejo de los distintos elementos a tomar en cuenta dentro de cada actividad para promover el aprendizaje del concepto a enseñar. Es decir, ha integrado el saber adquirido en su formación docente a la gestión de sus acciones diarias, pero él mismo está desligado de la componente científica representada en el concepto a enseñar.

Luis expresó que la planificación que llevó a cabo fue una planificación realizada a *grosso modo*, que lo fino dependía de lo que iba saliendo en el aula. Lo fino es, la forma de introducir el concepto, es decir, el conocimiento científico a enseñar. Por lo tanto, su formación docente estuvo centrada en aspectos de planificación de una clase cualquiera y no, específicamente para una clase de Física.

3. Características de la actuación del profesor

- *Tiene una visión empirista (inductivista) de la Ciencia.* El saber científico nace de la observación, y la actividad experimental pasiva lleva a la construcción de un modelo.
- *Maneja un modelo de aprendizaje por descubrimiento.*
- *Maneja una visión de la Ciencia que fundamenta su concepción acerca de lo que los alumnos deben aprender.* Los estudiantes deben aprender a seguir procedimientos para tomar datos, generar datos de una ecuación, construir representaciones gráficas (o su equivalente) y cómo generar modelos a través de los datos obtenidos.
- *Maneja una visión sobre su formación científica que orienta y operativiza su práctica docente.* Limita la Física a buscar un modelo a través de la actividad experimental y posteriormente a manejar ecuaciones o sus expresiones gráficas.
- *Maneja una visión sobre su formación científica que lo conduce a suponer que el modelo que se deriva de la actividad experimental se plasma en ecuaciones, las cuales deben saber manejarse al resolver ejercicios cuantitativos.*

- *Maneja una visión de la Física que cuestiona la naturaleza de los aprendizajes que le enseñaron.* Lo que lleva a cuestionar la naturaleza de lo que enseña a sus alumnos.

4. Necesidades profesionales

Las necesidades profesionales de los profesores deben ser abordadas por la formación continua y la misma debe hacer hincapié en:

- La reflexión sobre la visión contemporánea de lo que es Ciencia desde el punto de vista de la filosofía de la Ciencia y la Historia de la Ciencia.
- La integración entre *cómo se hace Física, cómo se enseña y como se aprende.*
- La integración de los modelos de enseñanza de la Ciencia y los modelos de la Ciencia.
- La integración adecuada de la formación Científica y la Didáctica de la Ciencia.
- La reflexión sobre la Ciencia y su enseñanza, unida a una formación científica.
- El conocimiento de las concepciones o ideas de los alumnos y cómo diagnosticarlas.
- El papel específico de los recursos didácticos que se tiene a disposición.
- El manejo de conocimiento que facilite seleccionar y organizar los contenidos a enseñar.
- El papel de la evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje pero dentro de las nuevas tendencias.

CONCLUSIÓN

Lo presentado hasta el momento nos permite señalar que:

- Los encargados de la formación científica inicial que se imparte a los futuros profesores de Física deben tomar en cuenta, que al formarlos no sólo transmiten un conocimiento específico, sino que también transmiten una modelo de enseñanza y una visión sobre lo que es la Ciencia.
- La formación docente del estudio presentado no tomó en cuenta la importancia de *una formación en didáctica de la Ciencia.* Es necesario establecer, en la formación inicial, una formación docente fundamentada en una didáctica de la Ciencia.

- Las necesidades profesionales de este profesor deben ser tomadas en cuenta en la formación inicial de los profesores de Física. Pero para ello se debe tomar en cuenta: los conocimientos y contenidos específicos de la Física como Ciencia, la componentes sociales y psicológicas que están a la base de la Ciencia como una construcción social desde la visión contemporánea de la misma, la historia y filosofía de la Ciencia y todos los elementos que se manejan actualmente desde la Didáctica de la Ciencia.
- La necesidad de jornadas de reflexión de equipos de especialistas sobre los distintos aspectos que hay que integrar en la currícula de profesores de Física.
- La necesidad de introducir *la evaluación como un proceso de autorregulación* de todo el sistema de formación de docentes de Física, a nivel inicial como continuo.
- La formación continuada de profesores debe fundamentarse en las necesidades profesionales reales de los docentes en servicio. No podemos pretender producir cambios en estos docentes, si no tomamos en cuenta sus necesidades profesionales, pues de lo contrario estaremos proporcionando un remedio para un mal que no conocemos.

ABSTRACT

The teaching of physics is being questioned and is considered ineffective. Various reasons are offered as an explanation, among which the following are mentioned: Low quality in the previous training of students, the scarce applicability of the contents taught, the quality of teachers, etc. There is a need to engage in a systematic study of the different variables, in order to take steps which will actually result in the improvement of the rates of the index considered appropriate to measure the effectiveness of teaching physics. In this paper we present the results of a case study which allows us to develop an active physics teacher's profile in relation to experimental activity, all which should allow for some recommendations in relation to both the initial and continuous training. These results are also useful to develop a survey for gathering statistical information, as well as guiding the research for the relevant parameters in a problem dealing with n variables.

REFERENCIAS

Pesa, M., & L. C. Cudmani. 1999. La integración de saberes en la formación de formadores de profesores en Ciencias. Educación Científica. Conferencias, mesas de debate y secciones. *Congreso*

Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales.
Formación Permanente de Profesores.

Woolnough, B. & T. Allsop. 1985. *Practical Work in Science.*
Cambridge: University Press.

Pérez, O. 2001. El uso de experimentos en tiempo real: Estudios de casos de profesores de Física de Secundaria. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Recibido febrero del 2003, aceptado junio del 2003.