

Hacer lo que decimos vs. decir lo que hay que hacer: una reformulación de la didáctica de la física

Doing what we say vs. saying what needs to be done: A reformulation of the Didactics of Physics

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Carolina M. Nieva¹, Laura Buteler¹ y Juan Velasco¹

¹Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.

E-mail: nievamc@gmail.com

Resumen

Presentamos un relato de una innovación en la enseñanza de la asignatura Didáctica y Taller de Física, que se ubica en el tercer año del Profesorado de Física de la FAMAF (UNC). La innovación consiste en un cambio en la metodología de enseñanza, comenzando cada bloque partiendo desde los conocimientos previos que los estudiantes tienen con relación a la enseñanza, luego se plantean actividades que pongan en tensión tales conocimientos, seguido de actividades que les permitan reformularlos. Se continúa con el abordaje de los aspectos teóricos y se cierra con una actividad integradora. El cambio en la metodología de enseñanza se realizó luego de advertir las dificultades que los estudiantes enfrentaban a la hora de diseñar sus clases para la residencia de práctica. Estas dificultades estaban relacionadas con el rol que los estudiantes de profesorado asignaban a las ideas previas de los estudiantes secundarios en el devenir de las actividades planificadas para el desarrollo de su unidad didáctica. Los resultados son, hasta el momento, alentadores porque permiten advertir 1) que los estudiantes explicitan sus ideas previas acerca de la enseñanza y son capaces de construir conocimiento profesional sobre la enseñanza a partir de ellas y 2) que han logrado una mayor comprensión sobre la importancia de considerar las ideas previas de los estudiantes secundarios durante todo su proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Didáctica de la Física; Ideas previas sobre la enseñanza; Enseñanza constructivista; Estudiantes del profesorado de física.

Abstract

We present an innovation within a Physics Didactics course for pre-service Physics teachers. The course is part of a career in the School of Mathematics, Astronomy, Physics and Computer-Science, National University of Córdoba. The innovation consists of a change in the methodology for teaching the contents of the course. For each unit, we begin attending to the previous knowledge students have in relation to the teaching of the particular content to be learned. Afterwards, activities are proposed in order to question that previous knowledge. Then we propose activities aiming at refining their knowledge. At this point, bibliography with theoretical aspects about the content is provided to students. The last activity is provided in order to promote an integration of the contents of the unit. The change in the teaching methodology was made after noticing the difficulties that students faced when designing their own classes for the teaching practice in the fourth year. These difficulties can be related to the role that pre-service teachers assigned to their students' previous ideas in the development of the activities planned in their own teaching proposal. The results obtained are encouraging since 1) pre-service teachers were not only able to identify but also to experience the importance of the reutilization of their own previous knowledge about teaching and 2) they began to realize how much impact high school students' previous knowledge can have on their learning throughout the whole teaching process.

Keywords: Didactic of physics; Constructivist approach; Intuitive ideas about teaching; Preservice teachers.

I. CONTEXTUALIZACIÓN

Los estudiantes del Profesorado de Física de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), realizan su práctica supervisada en la escuela secundaria en el cuarto año de su carrera, dentro del espacio curricular denominado Metodología, Observación y Práctica de la Enseñanza (MOPE). Dentro de este espacio curricular, y previamente a la práctica supervisada, los estudiantes de profesorado diseñan una unidad didáctica para trabajar los conte-

nidos correspondientes al curso de física que les haya sido asignado. En ese contexto, los docentes responsables de ese espacio curricular de práctica encontraban, frecuentemente, que los estudiantes de profesorado enfrentaban dificultades para diseñar actividades que tuvieran en cuenta las ideas previas de los estudiantes secundarios. Concretamente, los estudiantes de profesorado tenían en cuenta esas ideas previas sólo al comenzar la unidad, relevándolas mediante algún cuestionario o problema planteado para tal fin, pero ignorando el resultado de esta actividad en todas las actividades subsecuentes. Los docentes de MOPE advertían que, aunque el tema “ideas previas” había sido desarrollado en *Didáctica Especial y Taller de Física* de tercer año, estos futuros docentes no se habían apropiado del rol fundamental que esas ideas previas juegan en el proceso de aprendizaje de los contenidos de física. Los docentes de MOPE percibían que sus estudiantes mantenían una suerte de preconcepción con relación a la enseñanza de la física que podría describirse así: *las ideas previas de los estudiantes secundarios con relación a los fenómenos/conceptos físicos son importantes para relevarlas al comienzo de cada unidad, pero no cumplen ninguna utilidad para el desarrollo de los contenidos normativos de física*. Operaba allí como un principio contrario a los enfoques constructivistas para la enseñanza, tan difundidos y enseñados desde hace más de 30 años (Carretero, 1997).

En el año 2018, algunos de los docentes de MOPE fuimos asignados a la asignatura Didáctica Especial y Taller de Física, de tercer año de la carrera. Esta situación nos abrió la posibilidad de abordar el problema que describimos antes, desde un estadio más temprano en la formación de estos futuros profesores. Nos preguntamos entonces ¿qué cambios curriculares podríamos realizar a fin de que los futuros docentes de física comprendan el rol central que las ideas previas de sus futuros estudiantes juegan en el proceso de aprendizaje? Sospechamos que tal cambio no se trataba de una modificación en el contenido del programa de la materia¹, el cual por cierto incluía un bloque denominado “Las ideas previas de los estudiantes de física y su relación con el proceso de conceptualización”. Quizás podría ser más acertado cambiar la forma de estructurar nuestras clases, *las de todos los bloques*, haciendo nosotros eso que queríamos que ellos hicieran al abordar un contenido de física: comenzar desde sus ideas previas y desde allí, planificar la enseñanza. Es decir, cambiar la metodología de enseñanza de la Didáctica de la Física.

Recuperando el concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido en el marco de las investigaciones sobre la formación de docentes en ciencias (Melo Niño y otros, 2016, Mellado y otros, 2014, Magnusson y otros, 1999), pudimos resignificar nuestro problema y arriesgar una posible solución. El conocimiento didáctico del contenido (CDC) tiene sus orígenes en los trabajos de Shulman (1988), y fue rápidamente incorporado como sustento y heurística de numerosas investigaciones sobre formación de profesores. Aunque no existe un único modelo generalizado para este conocimiento, las investigaciones coinciden en que el CDC es un conocimiento específico sobre cómo enseñar un determinado contenido y tendría básicamente tres fuentes en distintas etapas de la vida del profesor: los antecedentes escolares (su experiencia como estudiante), la formación inicial (su formación como estudiante de profesorado), y la experiencia profesional (Melo Niño y otros, 2016). También coinciden en que es un conocimiento complejo, que no es la suma directa del conocimiento didáctico más el conocimiento del contenido, sino que se construye sobre la acción de enseñar contenidos específicos en contextos escolares específicos (o en su planificación), requiriendo al profesor -o futuro profesor- transformar e integrar distintos tipos de conocimiento dinámico y flexible en situaciones de enseñanza concretas. Tampoco existen muchos avances con relación a cómo se desarrolla este CDC, sin embargo, algunos estudios destacan que el trabajo colaborativo entre profesores o futuros profesores y los grupos de discusión y reflexión sobre la acción de la enseñanza o de su planificación, son el detonante para el desarrollo de procesos de complicación del CDC.

Las ideas anteriores nos sirvieron para entender que el problema que teníamos estaba relacionado con (al menos un aspecto de) lo que la literatura denomina *Conocimiento Didáctico del Contenido* de los futuros profesores. Y que en esta instancia de formación teníamos una excelente posibilidad de que ellos pudieran explicitarlo, ponerlo en cuestión y, eventualmente, reestructurarlo (al menos un aspecto de él). Esto es, debíamos diseñar actividades para todos los bloques, que hicieran posible que nuestros estudiantes de profesorado expliciten, tensionen y resignifiquen, sus ideas previas sobre la enseñanza. Es decir, sacar de adentro algo así como “el profesor intuitivo” que todos tenemos y que hemos construido durante nuestra escolarización (a partir de nuestra experiencia como estudiantes), tensionar ese “profesor intuitivo”, y orientarlo hacia un perfil profesional sobre la enseñanza de la física. En síntesis: hacer nosotros en nuestras clases aquello que decimos que hay que hacer para enseñar, en vez de sólo decirlo.

¹ Programa de *Didáctica Especial y Taller de Física* en <https://www.famaf.unc.edu.ar/academica/grado/profesorado-en-f%C3%ADDsica/>

II. LA PROPUESTA

A. Metodología general de trabajo

En términos generales, la metodología de enseñanza de todos los bloques, siguió el esquema que se muestra en la figura 1. La dinámica de cada bloque comienza con un problema (situaciones problemáticas, preguntas, testimonios de clase), sigue con socialización de las respuestas de los estudiantes, esas respuestas son tensionadas (por los otros estudiantes o por el docente), luego el docente aporta nuevo conocimiento, después se propone a los estudiantes resolver problemas integradores con aporte de los nuevos conocimientos, y se los invita a comunicar los resultados.

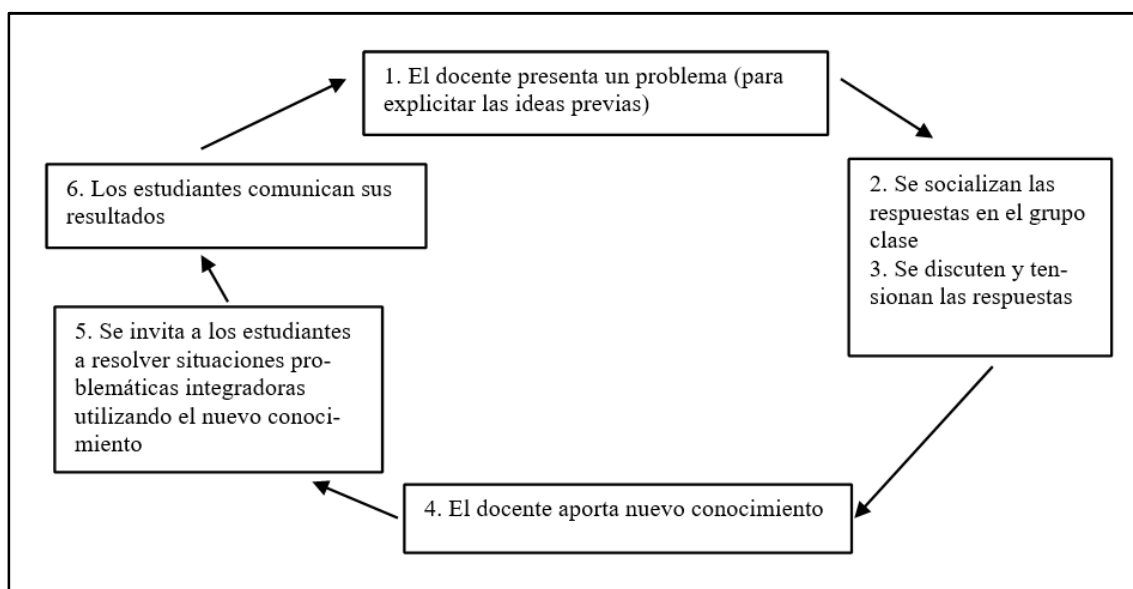


FIGURA 1. Esquema general de la metodología de enseñanza adoptada.

Por razones de espacio presentamos una propuesta concreta para uno de los bloques trabajados en el año y los resultados asociados a ella. En particular, presentaremos actividades y resultados obtenidos al abordar el bloque denominado “*El discurso en el aula y su relación con el aprendizaje*”. En el mismo se trabajan patrones de interacción discursiva en el aula, las voces de los estudiantes y la re-pregunta del profesor como sostén de la dinámica discursiva y el impacto de los patrones discursivos para los procesos de apropiación de los estudiantes.

En este bloque se pretende que los estudiantes no solo visibilicen, sino que vivencien distintos patrones de participación, que sean capaces de reconocer que las distintas dinámicas discursivas condicionan el aprendizaje de los estudiantes y finalmente que asocien al aprendizaje con el trabajo colectivo en el aula.

Para comenzar con el bloque y teniendo presente el cambio en la metodología que habíamos pretendido lograr, decidimos invitar a nuestros estudiantes a resolver una situación problemática, es decir, comenzar con el primer paso establecido (ver figura 1) el cual consistía en vivenciar dos clases distintas. Estas clases que denominaremos *Clase A* y *Clase B*, fueron llevadas a cabo por docentes distintos de la cátedra. La actividad concreta planteada en cada clase fue la resolución de un problema. Los problemas para cada una de estas clases se muestran en el apéndice. Esas clases fueron pensadas específicamente de tal manera que una de ellas sea mayoritariamente dialógica (A) y la otra (B) mayoritariamente autoritativa (Aguilar et al, 2010).

En la *Clase A*, la situación problemática seleccionada en combinación con el modo de trabajo propuesto, le permitía al estudiante tomar un rol activo, dando un lugar preponderante a la discusión con los pares, promoviendo un constante debate. En este sentido el docente ocupaba el lugar de mediador, donde, cuando se confrontaban ideas imperaba la escucha, dejando que los alumnos se expresaran y construyeran una respuesta colaborativamente. Se evitaba la “evaluación” por parte del docente lo que podría hacer colapsar la discusión.

En la situación problemática presentada por otro docente en la *Clase B*, se resolvió un problema de mecánica clásica, tradicional y familiar para los estudiantes. Si bien los alumnos podían preguntar cuando quisieran, tenían un rol más pasivo y se limitaban a “seguir” la línea de acción del docente que era quien resolvía la actividad.

Al finalizar ambas clases, en pequeños grupos, los estudiantes debían completar un cuadro como el siguiente (ver cuadro 1), caracterizando los aspectos presentados allí, aunque también los invitamos a que ellos apunten sobre otros aspectos que les parecieran importantes:

CUADRO 1. Actividad problemática del bloque de comunicación en el aula.

	<i>Clase A</i>	<i>Clase B</i>
Lugar que ocupa el/la docente en dicha clase		
Cómo son las actividades		
¿Cómo el profesor plantea la tarea de la resolución del problema?		
¿Qué tipo de ayuda ofrece el/la docente durante la tarea?		
¿Qué tipo de debate o discusión se promueve?		
¿Las voces de los estudiantes son escuchadas?		
¿De qué manera el profesor le da valor al conocimiento de los estudiantes?		
-		
-		

Una vez completos los cuadros, se procedió a una puesta en común con el grupo clase. Los diferentes puntos de vista que surgieron en esta puesta en común sirvieron para continuar con las secuencias 2 y 3 de nuestra metodología de enseñanza (figura 1). Los estudiantes volvían a ver las clases, que habían sido filmadas, discutían nuevamente en grupos, revisaban lo que habían respondido en el cuadro, y refinaban sus respuestas.

Continuando con el punto 4 en la secuencia de la figura 1, referido al aporte de nuevo conocimiento, seleccionamos un artículo que consideramos de gran relevancia en el estudio de las dinámicas discursivas en la enseñanza², se realizó una adaptación y traducción del texto original del mismo (ver Aguiar y otros, 2010 - Traducción) y les fue enviado a los estudiantes junto a una guía que consideramos, facilitar su lectura. A continuación, adjuntamos las consignas de la guía de lectura:

CUADRO 2. Actividad de introducción de nuevo conocimiento del bloque de comunicación en el aula.

- 1- ¿Cuál es la problemática general en la que se inserta la investigación?
- 2- ¿Cuáles son las preguntas de investigación de los autores?
- 3- Los autores explicitan los marcos teóricos o conceptualizaciones que considerarán para el análisis de los datos en pos de responder las preguntas de investigación ¿Podrían precisar cuáles son esas conceptualizaciones o marcos conceptuales?
- 4- ¿Cuáles son los resultados que consideran más relevantes del estudio?
- 5- ¿Qué entendieron mejor de las conclusiones expuestas?

En la clase siguiente se discutieron los aspectos más relevantes del artículo. En esta instancia es cuando se trabajan nuevos conceptos ya que el artículo analizado se centra en tres aspectos de la clase de ciencias: a) Los propósitos de enseñanza: cada propósito se refiere a una fase particular de una lección, o secuencia de lecciones; b) Patrones de interacción: hace referencia a los distintivos patrones de conversación que surgen entre el docente y los estudiantes durante el discurso en el aula, definen la estructura de la participación y las reglas implícitas sobre cuándo y cómo se interviene; c) Es el concepto centralmente importante de Enfoque Comunicativo, se presentan cuatro clases fundamentales que se definen al categorizar el discurso entre docentes y estudiantes a lo largo de dos dimensiones; la primera dimensión representa un continuo entre el discurso dialógico (involucra más de un punto de vista) y el autoritativo (sólo involucra un punto de vista y no se exploran diferentes ideas), y la segunda dimensión involucra el grado de interacción de una charla, entre los extremos de la charla interactiva y la no interactiva.

Continuando con el punto 5 de la metodología de trabajo (ver figura 1), se les propone a los estudiantes resolver situaciones problemáticas integradoras utilizando el nuevo conocimiento. En este caso se seleccionaron fragmentos de clases reales que fueron grabadas previamente para fines investigativos en contextos de aula real. Los videos a visualizar fueron grabados en aulas de física en una escuela secundaria de gestión pública de la ciudad de Córdoba, y en aulas de la materia Física General I correspondiente a las carreras de licenciatura y profesorado en física de la FAMAFA. Una de tales actividades se muestra en el cuadro 3.

² Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., & Scott, P. (2010). Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 174-193.

CUADRO 3. Actividad integradora del bloque de comunicación en el aula.

Luego de ver los extractos de ambas clases, les proponemos analizarlos integrándolos con ciertos aspectos significativos de la lectura del artículo de Aguiar et al. (2010):

- Transcribir diálogos de cada clase donde se expliciten el/los abordaje/s comunicativo/s que están presentes en cada una de ellas. Explicar.
- ¿Podrían reconocer alguno/s de los patrones de interacción explicitados en el artículo? Seleccionar y transcribir diálogos que les permitan justificar su respuesta.

Al finalizar esta actividad y a modo de evaluación formativa, se les pidió completar un diario de clase (Aleixandre, 2010). Esto nos permitió, como docentes, obtener retroalimentación de lo trabajado hasta el momento. En base a estos resultados decidiríamos incorporar o no más actividades de integración. En este caso, no fue necesario.

CUADRO 4. Diario de Clase.

<i>Alumno:</i>				
DIARIO DE CLASE				
<i>Objetivos:</i>	<i>Lo sé muy bien</i>	<i>Lo sé a medias</i>	<i>No lo sé</i>	<i>Observaciones</i>
Respecto del artículo: entendí las preguntas de investigación de los autores. (pude comprender el artículo)				
Puedo explicar con mis palabras cuáles podrían ser los diferentes patrones de interacción en un aula.				
Puedo reconocer en clases reales diferentes patrones de interacción.				
Puedo explicar con mis palabras cuáles podrían ser los diferentes abordajes comunicativos en un aula.				
Puedo reconocer en clases reales diferentes abordajes comunicativos.				
Me ha resultado interesante de este bloque.				
No me ha resultado interesante de este bloque.				

Finalmente, a modo de cierre del bloque (estadio 6 de la figura 1), los estudiantes realizaron presentaciones grupales con ayuda de recursos tecnológicos. La actividad se presenta en el cuadro 5.

CUADRO 5. Actividad de cierre del bloque de comunicación en el aula.

A modo de cierre de este bloque, les proponemos que observen dos fragmentos correspondientes a la misma clase de Física de un instituto de enseñanza secundaria cuyos alumnos se encontraban en 8vo. Año de la orientación Ciencias Naturales.

En esta clase, el docente trabaja el concepto de Empuje. El objetivo de la clase es refinar el concepto a través de la resolución de un problema. En primera instancia el docente invita a realizar hipótesis sobre posibles soluciones generando participación y discusión de y entre los estudiantes El segundo fragmento seleccionado, se desarrolla después de una instancia experimental (se experimenta lo tratado en el problema inicial) y muestra cómo los alumnos y la profesora intentan consensuar y formalizar la solución del problema

Luego de ver ambos extractos se les solicita que, en grupos, integren los aspectos trabajados a lo largo de la unidad en particular los pertenecientes a la lectura del artículo de Aguiar et al. (2010):

- Caracterizar los tipos de abordajes comunicativos en los fragmentos.
- Transcribir diálogos de cada clase donde se expliciten los abordajes comunicativos que están presentes en cada una de ellas. Explicar.
- Reconocer los patrones de interacción presentes en las clases, que han sido explicitados en el artículo.
- Seleccionar y transcribir diálogos que les permitan justificar la respuesta anterior.

Se destaca que los extractos fueron seleccionados a partir de las riquezas de abordajes comunicativos de los mismos y permiten reconocer la complejidad de la comunicación en el contexto del aula.

III. RESULTADOS PRELIMINARES

Recuperando nuestra actividad inicial, la cual nos permitió reconocer algunas ideas que nuestros estudiantes tenían respecto de la comunicación en la clase y cómo ello puede promover el aprendizaje, presentamos algunos extractos de respuestas representativas dadas por ellos:

“En la clase A el docente es el guía durante la resolución del problema” y “el docente en la clase B ocupa el lugar principal, ya que es el que guía y realiza la resolución del problema”. Además, cuando se le consulta cómo son las ayudas que ofrece el docente asegura *“en la clase A realiza preguntas y cuestiona los argumentos presentados por los estudiantes para que se piensen y se puedan superar las dificultades que surgieron”* mientras que en la otra clase *“el docente ya está dando la solución durante la resolución del problema”.* Este estudiante plantea que en la clase B no se promueve una discusión ni debate, y en la clase A se propone un enfrentamiento entre distintas propuestas o soluciones dadas por los grupos, además, explicita que *“las voces de los estudiantes son escuchadas ya que son el motor para la resolución del problema”.*

Otros estudiantes reconocen al rol del docente como de “intermediario” en la clase A y de “expositivo” en la clase B. En ambas clases el alumno manifiesta que las voces de los estudiantes son escuchadas y cuando se le consulta por las posibles ayudas que brindan los docentes, manifiesta que en la clase A se *“cuestiona permanentemente al alumno sus ideas”* mientras que el docente de la clase B *“responde dudas que ayudan a la comprensión del ejercicio”.* En cuanto al debate que promueven ambas clases manifiesta que en la clase A el debate se propicia entre todos mientras que en la clase B es un “ida y vuelta” entre docente y el alumno que plantea la duda puntual.

Se puede advertir en estos extractos una ligera diferenciación en las apreciaciones de los futuros profesores sobre las dos clases, pero no se advierte una elaboración sobre el posible impacto que estos dos tipos de clases tendrían en el aprendizaje de los estudiantes.

Cuando presentan la actividad final integradora de este bloque, los futuros docentes manifiestan un cambio respecto de lo expresado en el párrafo anterior. Un grupo de estudiantes expresó

Las preguntas formuladas por los estudiantes influyen y modifican el contenido y estructura del discurso continuo en el aula. Los beneficios de los estudiantes al preguntar, van más allá del único estudiante que formula la pregunta. Al hacer una pregunta, un alumno invita a otros a compartir o cuestionar sus presunciones y argumentos, para crear nuevas soluciones, para considerar un problema desde un punto de vista alternativo, o incluso solo para realizar una respuesta ya conocida[...] reconocemos la importancia de las preguntas de los estudiantes para contribuir al objetivo del aprendizaje significativo, simplemente porque es a través de las interacciones que rodean estas preguntas que los estudiantes pueden desarrollar enlaces esenciales con sentido.

Como se puede apreciar, los futuros docentes han otorgado otro rol al discurso en el aula, éste se ha ampliado y evolucionado luego de las actividades propuestas.

IV. CONCLUSIONES

Como conclusión, y más allá de los resultados mostrados sobre uno de los bloques de la asignatura en la sección anterior, al hacer lo que decimos y no solamente decir lo que hay que hacer, los futuros docentes pudieron vivenciar, resignificar y asignar un rol preponderante al uso de las ideas previas en el proceso de aprendizaje, a la vez que complejizaron el proceso de la enseñanza en su totalidad.

Cuando a un grupo de estudiantes se les consultó sobre las expectativas logradas y no logradas, personales o referidas a la materia al finalizar, obtuvimos, entre otras, las siguientes respuestas:

...cambió nuestra visión de enseñar, que es lo más fuerte que nos pasó, ya no vemos al proceso de enseñar como un volcado de conocimiento del profesor hacia los alumnos sino, como una construcción del conocimiento a partir de trabajar sobre lo que ya traen los estudiantes (ideas previas), junto a herramientas muy buenas como lo son las actividades de laboratorio y el uso de la historia de la física.

...no creo que los siguientes bloques hubieran sido interpretados de la misma forma si no hubiéramos estado pensándolos desde cómo generar un cambio conceptual relativo a las ideas previas de los estudiantes.

...Me gustaría primero comentar que estoy muy sorprendido (positivamente hablando) con la forma en la que se está dictando la materia. Yo curse Didáctica en otro año [...] durante ese cursado se dio muchísimo contenido bibliográfico a través de un gran volumen de textos, pero las actividades que realizábamos post lectura o bien no había devolución concreta o no era lo suficientemente clara como para que pueda detectar la importancia del contenido en los textos. Por lo que estoy equilibradamente satisfecho con la forma que se dicta este año. Cada texto tiene su fundamento y su actividad para que podamos por nosotros mismos darnos

cuenta de la importancia[...]siento que Didáctica es una materia fundamental en la carrera, hemos mejorado y yo me doy cuenta, cómo mis compañeros van mejorando, eso es increíble y es algo que es casi imposible de detectar en otras materias[...] se acabó el pre-concepto de que un buen profesor solo tiene que ser buena onda y me di cuenta que hay métodos muy específicos que aprender para poder optimizar la enseñanza.

Finalmente, queda pendiente monitorear el impacto de este cambio en la forma de enseñar en los futuros docentes, que actualmente se encuentran cursando MOPE, siguiendo las planificaciones e implementación de sus prácticas docentes en el nivel secundario. Eso será objetivo de una próxima comunicación.

REFERENCIAS

Aguiar, O., Mortimer, E. y Scott, P. (2010). Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science teaching*, 47(2),174-193

Carretero, M., (1997). *Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires: Aique.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Magnusson S., Krajcik J. y Borko H. (1999) Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En Gess-Newsome, J. y Lederman, N (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 95-132). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher.

Mellado V., Borrachero A.B, Brígido M., Melo L.V., Dávila M.A, Cañada F., Conde M.C., Costillo E., Cubero J., Esteban R., Martínez G., Ruiz C., Sánchez J., Garritz A., Mellado L., Vázquez-Bernal B., Jiménez R. y Bermejo M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 32(3),11-36. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>

Melo Niño, L.V., Cañada, F., Mellado, V. y Buitrago, A. (2016) Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13(2),459-475. <http://hdl.handle.net/10498/18300>

Shulman, L.S. (1988). The dangers of dichotomous thinking in education. En P.P. Grimmet y G.L. Erickson (eds.), *Reflection in teacher education*(pp. 31-39). Nueva York: Teachers College Press.

ANEXO

1) Problema Clase A:

A) Un bloque de madera (que flota en el agua) se sumerge 10 cm en un recipiente con agua, sin tocar el recipiente. La balanza, ¿marcará más, menos o lo mismo que antes de sumergirlo?

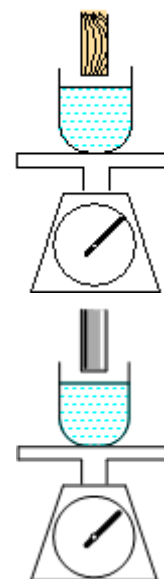
- 1) más
- 2) menos
- 3) igual
- 4) no sé
- 5) no hay suficiente información

B) Un bloque de metal (que no flota en el agua) se sumerge 10 cm en un recipiente con agua y sin tocar el recipiente. La lectura de la balanza, ¿será mayor, menor o igual que antes de sumergirlo?

- 1) mayor
- 2) menor
- 3) igual
- 4) no sé
- 5) no hay suficiente información

C) La lectura de la balanza con el bloque de metal, ¿será mayor, menor o igual a la lectura de la balanza con el bloque de madera?

- 1) mayor
- 2) menor
- 3) igual
- 4) no sé
- 5) no hay suficiente información



2) Problema Clase B

Una cadena está más o menos enrollada sobre una mesa de altura h sobre el piso. Cuando uno de sus extremos es pasado por una polea que está a altura h_1 sobre la mesa y abandonado en el suelo, la cadena comienza a moverse pasando gradualmente al suelo a través de dicha polea. Calcular la velocidad del movimiento en régimen estacionario.

