

## Desarrollo de los conocimientos sobre los estudiantes durante las experiencias en el practicum: el caso de una aspirante a profesora de Física

**Cifuentes Arcila, María Cristina; Uribe Gartner, Carlos Julio**

Desarrollo de los conocimientos sobre los estudiantes durante las experiencias en el practicum: el caso de una aspirante a profesora de Física

Tecné, Episteme y Didaxis: TED, núm. 39, 2016

Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614264960004>

## Desarrollo de los conocimientos sobre los estudiantes durante las experiencias en el practicum: el caso de una aspirante a profesora de Física

Developing Knowledge about Students through Pre-Service Experiences: A Prospective Physics Teacher Case Study

Desenvolvimento dos conhecimentos sobre alunos durante as experiências no practicum: o caso de uma licencianda em Física

*María Cristina Cifuentes Arcila*  
*Universidad Pedagógica Nacional, Colombia*  
mcifuentes@pedagogica.edu.co

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614264960004>

*Carlos Julio Uribe Gartner*  
*Universidad del Valle, Colombia*  
carlos.uribe@correounivalle.edu.co

Recepción: 04 Noviembre 2016  
Aprobación: 05 Enero 2017

### RESUMEN:

En este artículo se documenta cómo una aspirante a profesora de física desarrolló sus conocimientos sobre sus estudiantes durante su primer año de experiencias docentes pre-profesionales (practicum). Para ello se adoptó una metodología narrativa: las historias se utilizaron como un recurso retórico para expresar los conocimientos de la profesora y, simultáneamente, fueron vistas como el fenómeno y el método de la investigación. Se usaron varias fuentes para recolectar la información: grabaciones de audio de las entrevistas y conversaciones, vídeo grabaciones de episodios de enseñanza, notas de campo de los investigadores y documentos escritos por la profesora. El análisis narrativo de la información reveló algunas características de los conocimientos de la profesora sobre sus estudiantes, y permitió documentar su desarrollo como un proceso de construcción de nuevos sentidos en respuesta a situaciones particulares de clase, en tres etapas. En la primera, la profesora empezó a conocer la disposición de ánimo, el rendimiento académico y el comportamiento de sus estudiantes. En la segunda, algunas estrategias de motivación y formas de interactuar más apropiadas para propiciar los aprendizajes de algunos de ellos, sobre todo de quienes le generaron seguridad cognitiva, emocional y relacional, o inseguridad. En la tercera, pudo conocer algunas de las dificultades de sus estudiantes para el aprendizaje de la física, particularmente para realizar actividades de clase privilegiadas (resolver problemas estandarizados de lápiz y papel y leer textos científicos escolares) y para comprender algunos conceptos y sistemas conceptuales (como la diferencia entre los significados del lenguaje cotidiano y del lenguaje científico, o cómo inferir las relaciones significativas entre conceptos). Se analizaron algunas implicaciones de estos resultados para la formación inicial del profesorado de física.

**PALABRAS CLAVE:** Profesores de física, *practicum*, conocimiento práctico, conocimiento de los estudiantes, investigación narrativa.

### ABSTRACT:

This paper shows how a pre-service physics teacher developed her practical knowledge about her students through her first year of pre-service experiences. We adopted a narrative inquiry as a methodological frame: we used the stories as a rhetoric resource to show the teacher's knowledge, and as both an object of study and a research method. Our data sources were audiotaped interviews, videotaped teaching episodes, researcher's field notes and the teacher's written documents. The data analysis revealed some characteristics of the teacher's developing knowledge about her students, and allowed us to document this development as a three-stage process of making new sense of particular classroom situations, responding to students' singularities. In the first stage the teacher got acquainted with her students' motivation, academic performance and classroom behavior. In the second stage, she learned some effective motivation strategies and ways to interact with them, especially with those students that made her feel a cognitive, emotional and relational security or insecurity. In the third stage, the teacher learned about some students' difficulties to perform certain typical tasks of physics classes-solving standardized problems and reading science-related textbooks-, to understand some concepts-such as distinguishing every-day and scientific language meanings, or inferring meaningful relations between scientific concepts-. We discuss some implications of the results for physics teachers' initial training.

**KEYWORDS:** Physics teacher, pre-service, practical knowledge, knowledge about students, narrative inquiry.

## RESUMO:

Neste artigo é discutido como uma licencianda em física desenvolveu seus conhecimentos sobre seus alunos durante o primeiro ano de estagio (practicum). Para fazer isso, foi adotada uma metodologia de corte narrativa: as histórias foram usadas como um subsídio retórico para expressar os conhecimentos da professora e ao mesmo tempo foram consideradas como fenômeno e método de pesquisa. Foram usados vários instrumentos para a coleta dos dados: gravações de áudio de entrevistas e conversas, gravações de vídeo de episódios de ensino, notas de campo dos pesquisadores e registros realizado pela professora. A análise narrativa dos dados mostrou algumas das características dos conhecimentos da professora sobre seus alunos, e evidenciou seu desenvolvimento como um processo de construção de novos sentidos diante a situações particulares de aula conforme três etapas: Na primeira etapa, a professora começou a conhecer a motivação, o desempenho acadêmico e o comportamento dos alunos. Na segunda etapa, conheceu algumas estratégias de motivação e maneiras pertinentes de favorecer a aprendizagem de alguns dos alunos, especialmente para aqueles que geraram segurança cognitiva, emocional e relacional, ou insegurança. Na terceira etapa, conseguiu conhecer algumas das dificuldades de seus alunos para a aprendizagem da física, em particular para fazer atividades de aula particulares (solução de problemas de lápis e papel e da leitura de textos de ciência da escola) e compreender alguns conceitos e sistemas conceituais (como a diferença entre os significados de linguagem cotidiana e os de linguagem científica, ou como inferir as relações significativas entre conceitos). Foram analisadas algumas implicações desse resultados para a formação inicial de professores de física.

**PALAVRAS-CHAVE:** Professores de física, *practicum*, conhecimento prático, conhecimento dos alunos, pesquisa narrativa.

## INTRODUCCIÓN

En la última década los investigadores educativos y los formadores de profesores de ciencias han mostrado una creciente preocupación por los conocimientos prácticos que los aspirantes a profesores construyen durante sus experiencias en la práctica docente, y por el tipo de oportunidades que se les debería proporcionar a fin de ayudarlos en la compleja tarea de aprender, a partir de dichas experiencias, sobre la enseñanza de las ciencias (Russell & Martin, 2007).

El conocimiento pedagógico del contenido (PCK, por su sigla en inglés, Shulman, 1986), como un dominio de los conocimientos prácticos de los profesores (van Driel, Beijaard & Verloop, 2001), ha recibido atención de los investigadores y formadores de profesores de ciencias (Abell, 2007). Por ejemplo, se ha comenzado a estudiar las relaciones entre el PCK, el conocimiento de la disciplina (Dawkins, Dickerson, McKinney & Butler, 2008; Kaya, 2009) y el conocimiento pedagógico general (Kaya, 2009) del profesorado de ciencias. También se ha empezado a documentar las formas en que algunos profesores practicantes de ciencias construyen, cambian o adaptan su PCK en respuesta a sus experiencias prácticas (Mulholland & Wallace, 2005). Finalmente, se ha empezado a valorar el efecto de los programas o cursos de formación inicial en el desarrollo del PCK de los aspirantes a profesores de ciencias (Avraamidou & Zembal-Saul, 2005; De Jong & Van Driel, 2001; De Jong, Van Driel & Verloop, 2005; Pringle, 2006; Sperandeo-Mineo, Fazio & Tarantino, 2005; Zembal-Saul, Blumenfeld & Krajcik, 2000).

Por el contrario, ha recibido poca atención el conocimiento sobre los estudiantes como un dominio de los conocimientos prácticos (Abell, 2007). Aunque algunas de las investigaciones sobre el PCK abarcan el conocimiento de los aspirantes a profesores sobre lo que sus estudiantes saben acerca de los contenidos o sobre lo que les parece difícil o fácil durante su aprendizaje (De Jong et ál., 2005; De Jong & van Driel, 2001; Pringle, 2006; Sperandeo-Mineo et ál., 2005; Zembal-Saul et ál., 2000). Estos esfuerzos, sin embargo, no ofrecen un panorama completo sobre cómo ellos llegan a conocer a sus estudiantes durante sus experiencias en *practicum*.

El escaso interés por el conocimiento de los estudiantes contrasta con los resultados de la literatura que revelan que las interacciones tempranas con los estudiantes son, quizás, el aspecto que más influencia el desarrollo profesional de los profesores practicantes de ciencias (Bianchini & Cavazos, 2007; Eick & Dias, 2005; Geddis & Roberts, 1998; Mulholland & Wallace, 2003, 2005). Estos emplean mucho tiempo y esfuerzo en llegar a conocer a sus estudiantes, a fin de ajustar su enseñanza y la gestión de sus clases a sus características cognitivas, físicas, sociales, culturales y emocionales.

El propósito de este estudio, por lo tanto, fue examinar los conocimientos sobre los estudiantes contruidos por una profesora de física en formación inicial, y su desarrollo a lo largo de sus experiencias en el practicum.

## PERSPECTIVA TEÓRICA

Los conocimientos prácticos de los profesores son los específicos y distintivos de su profesión, que se ponen en juego al hacer frente a los problemas a los que se ven abocados en su ejercicio profesional. Estos problemas son complejos, inciertos, inestables y singulares, e implican conflictos de valor, no siendo por ello susceptibles de solución mediante la aplicación técnica de reglas generalizadas ni del conocimiento formal y explícito de las ciencias sociales y del comportamiento humano que estudian el fenómeno educativo (Schön, 1983; Schwab, 1969). Al contrario, requieren un conocimiento primordialmente tácito, una especie de comprensión activa, difícil de articular como conocimiento proposicional, que se manifiesta no solo en las acciones docentes sino también en la situación existencial del profesor como persona, aunque de alguna manera se expresan en las historias que cuentan sobre sus experiencias (Clandinin, 1985, 1986; Connelly & Clandinin, 1996). Tienen sus génesis en los diferentes planos de esas experiencias, tales como el ambiente de vida familiar, como estudiantes en la escuela primaria, secundaria y la universidad, como profesionales en las escuelas y las clases, etc. (Elbaz, 1981; Van Manen, 1995).

Compartimos con los autores citados la caracterización de los conocimientos prácticos del docente como: (a) personales, en la medida en que están encarnados en actores sociales individuales y poseen matices únicos que dan cuenta de las experiencias biográficas de los profesores; (b) socioculturales, en virtud de que son contruidos, constreñidos, naturalizados y reforzados dentro del colectivo profesional del profesorado y las múltiples comunidades de culturas que cruzan las escuelas; (c) temporales, dado que se desarrollan y transforman en el continuo pasado-presente-futuro; (d) situacionales, ya que se definen en las situaciones singulares de las clases y de la vida escolar, y se adaptan a ellas. Además, es importante destacar con Shulman (1986) su especificidad disciplinar, porque la materia a enseñar imprime un sello característico al conocimiento docente. En Cifuentes (2013) se analizan detalladamente estas características y se sintetiza el cuerpo de literatura pertinente, del cual hemos seleccionado para este artículo los autores más clásicos.

## METODOLOGÍA

Para investigar los conocimientos sobre los estudiantes contruidos por una profesora practicante de física, a quien llamaremos Alicia, y su desarrollo a lo largo de sus experiencias en el practicum, adoptamos un enfoque narrativo (Clandinin & Connelly, 2000). En este enfoque, la narrativa actúa como el fenómeno y el método de investigación. En consecuencia, el fenómeno de investigación estuvo formado por las prácticas de la profesora y las historias que contó sobre ellas; el método fue la selección, construcción y reconstrucción de las experiencias vividas y contadas por los participantes, tanto practicante como investigadores, a través del pensamiento y la escritura narrativa.

Alicia es una profesora practicante de física inscrita en un programa de formación de profesores de física de la Universidad Pedagógica Nacional en Bogotá, Colombia. Varias fueron las razones por las cuales seleccionamos a Alicia: su entusiasmo y compromiso por aprender, por enseñar física y por participar en este estudio. Además, en muchos aspectos era la típica profesora practicante de física: tenía 19 años y estaba cursando el cuarto año de su programa de formación. Su lugar de práctica y las responsabilidades que asumió también eran típicos. Al comienzo de esta investigación, empezó a asistir a una escuela pública urbana, ubicada en un barrio de estrato socioeconómico bajo en la ciudad de Bogotá, a fin de desarrollar su practicum. Durante la primera mitad del practicum (primer semestre de 2009) sus responsabilidades fueron asistir a la clase que se le asignó para observar y proveer ayuda a un profesor experimentado de física, dos días a las

semana durante diez y seis semanas. Durante la segunda mitad (segundo semestre de 2009), ella asumió la responsabilidad de enseñar física a la clase asignada, con dedicación de tiempo completo, durante otras dieciséis semanas.

Recogimos la información a través de tres fuentes separadas. La primera correspondió a cuatro entrevistas semiestructuradas realizadas a Alicia a lo largo del año 2009, en febrero, marzo, julio y diciembre. Durante estas entrevistas, ella describió sus experiencias como estudiante y como profesora practicante de física. La segunda consistió en conversaciones semanales con Alicia, en las que reflexionaba sobre aquellos aspectos que consideraba más significativos de sus experiencias en las clases. La tercera fueron las reflexiones que uno de los investigadores escribió sobre sus observaciones de las clases de Alicia.

Inicialmente uno de los investigadores organizó las notas de campo y transcripciones de las entrevistas y las conversaciones, las dividió en unidades de contenido y las codificó con breves frases descriptivas. Este primer paso de interpretación se enriqueció con un proceso de memo teórico (Strauss & Corbin, 2002): a cada segmento de datos se le hicieron anotaciones al margen de las observaciones e interpretaciones preliminares, que a continuación, el otro investigador enriqueció.

Este primer proceso interpretativo reveló tres temas interrelacionados en las historias de Alicia: la gestión del aula, la enseñanza de la física y las características de los estudiantes. Este último fue el tema principal, puesto que la preocupación esencial de Alicia, durante sus experiencias en el prácticum, fue llegar a conocer y conectarse con sus estudiantes, como individuos y como miembros de diversos grupos sociales y culturales. Por lo tanto, este fue el tema que elegimos para componer la narrativa.

La narrativa preliminar la escribió uno de los investigadores (Cifuentes), quien acompañó a Alicia lo largo de sus experiencias en el prácticum. Luego este relato fue compartido con el otro investigador (Uribe), quien lo evaluó en términos de su coherencia, la verosimilitud y la transferencia (Connelly & Clandinin, 2000). Como resultado de esta evaluación se elaboró la versión definitiva de la narrativa, la cual describe algunas relaciones entre: (a) las imágenes de Alicia sobre sus estudiantes, (b) sus experiencias como estudiante de física, y (c) el contexto del prácticum de Alicia. Dada la extensión de este artículo, solamente se presentarán y discutirán los resultados más representativos que se derivan de dicho proceso. Para una versión extensa de la narrativa revisar Cifuentes (2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección presentamos el desarrollo de los conocimientos prácticos de la profesora Alicia a lo largo de su primer año de prácticum, a través de tres episodios que describen: (a) la imagen de Alicia sobre sus estudiantes durante sus experiencias de observación de las clases de física de su mentor, (b) la transformación que esta imagen sufrió una vez comenzó sus experiencias de enseñanza, y (c) su imagen al final de dichas experiencias. Al finalizar cada episodio discutimos los resultados con relación a la literatura relevante sobre el desarrollo profesional del profesorado y la educación en ciencias.

### Episodio I: La imagen de Alicia sobre sus estudiantes durante sus experiencias de observación de la clase de física de su mentor

Cuando comenzó a asistir a una escuela pública de la ciudad de Bogotá, para observar la clase de física de un profesor experimentado -su mentor-, Alicia tenía una imagen idealizada de sus futuros estudiantes como obedientes y ávidos por aprender. No obstante, durante sus primeras semanas de observación rápidamente experimentó una tensión entre dicha imagen, las características que observaba, y las que su mentor le comentaba que tenían los diferentes grupos de estudiantes que constituían dicha clase. Estas tensiones la llevaron, rápidamente, a re-construir la imagen que tenía de sus estudiantes.

La nueva imagen construida por la profesora incluyó los rasgos más representativos que, a su juicio, distinguían los grupos de estudiantes que conformaban la clase de su mentor, pero no incluyó una descripción de la clase como un todo, ni de las diferentes personas que la conformaban, salvo unos pocos casos de estudiantes con rendimiento académico muy notable o con comportamientos agresivos o desafiantes. Esta imagen, adicionalmente, se constituyó con unos pocos atributos de los pupilos, tales como: su disposición de ánimo (motivado-desmotivado), su rendimiento académico (alto-bajo) y su comportamiento (positivo-negativo), las cuales se concretaron en dos tipologías de estudiantes: los "juiciosos" (motivados, con alto rendimiento académico y comportamientos positivos) y los "vagos" (desmotivados, con bajo rendimiento académico y comportamientos negativos).

Esta nueva imagen también involucró interpretaciones de la profesora sobre las posibles causas de la falta de motivación, el bajo rendimiento académico y los comportamientos negativos de algunos de los grupos de estudiantes. Para Alicia, quienes eran "vagos" no habían logrado desarrollar su carácter y les faltaba competencia para hacer frente a las tareas intelectuales privilegiadas en las clases de ciencias (la lectura de textos científicos escolares y la resolución de problemas estandarizados de lápiz y papel) y porque su mentor no lograba desarrollar lecciones que los motivaran, dado su enfoque tradicional de enseñanza.

## Discusión con relación a la literatura

El uso de pocas características para describir a los estudiantes no parece ser específico para el caso de Alicia, ni de los profesores principiantes (Calderhead, 1981; Kagan & Tippins, 1991; Mayer & Marland, 1997). Sin embargo, aunque algunos profesores experimentados reportados en la literatura también suelen usar pocas categorías para referirse a sus estudiantes, sus conocimientos sobre ellos son mucho más profundos e interpersonales que los de los principiantes, en la medida en que involucran aspectos cognitivos, emocionales, sociales y físicos, entre otros (Mayer & Marland, 1997; McCaughtry, 2005).

La inclinación de Alicia a responsabilizar a sus estudiantes por su bajo rendimiento académico y comportamientos negativos encuentra correlato en los estudios sobre los conocimientos de los profesores principiantes de ciencias (Eick & Dias, 2005; Geddis & Roberts, 1998) y en los estudios sobre las percepciones de los docentes acerca de las causas de las actuaciones de sus estudiantes (Clark & Peterson, 1990). Por el contrario, la inclinación de Alicia a responsabilizar a su mentor por la falta de motivación de los estudiantes no encuentra correlatos explícitos en la literatura. A pesar de ello, esto último nos recuerda que algunos de los casos de profesores noveles, reportados en la literatura, al igual que Alicia han experimentado tensiones con sus mentores, que se derivan de la búsqueda de su propia identidad profesional (Bullough, 2000; Crawford, 2007; Meyer, 2009).

## Episodio II: La imagen de Alicia sobre sus estudiantes al comienzo de sus experiencias de enseñanza

Tan pronto como Alicia asumió la responsabilidad de la enseñanza de la física tiempo completo, durante su segundo semestre de práctica, comenzó un proceso informal de evaluación de sus estudiantes. Para ello, recopiló información sobre los atributos que caracterizaban a los diferentes grupos o personas que conformaban su clase, con la intención de valorar la validez de la imagen que tenía sobre ellos. Este proceso le reveló numerosa información anómala, en el sentido de que las características exhibidas por muchos de sus estudiantes no se correspondían con las que ella les atribuía. También le reveló nueva información sobre aspectos que ella no había contemplado, pero que ahora empezaba a considerar como relevantes para caracterizar a sus estudiantes. Este proceso ejerció una influencia profunda en el pensamiento de la profesora Alicia, que la llevó a enriquecer y cambiar la imagen que tenía de sus estudiantes.



La nueva imagen que Alicia construyó continuó haciendo referencia, principalmente, a los diferentes grupos de estudiantes que conformaban su clase. Además, continuó dependiendo, principalmente, de los mismos pocos atributos. No obstante, las tipologías de estudiantes a través de las cuales dichos atributos se concretaron sí tuvieron un enriquecimiento sustancial. A las dos tipologías originales: los estudiantes "juiciosos" y los "vagos", la profesora agregó otras dos tipologías: los estudiantes "cansones pero pilos" (motivados, con alto rendimiento académico, y comportamientos negativos), y los estudiantes "especialistas en aparentar ser juiciosos" (desmotivados, con bajo rendimiento académico y comportamientos positivos).

La imagen de los estudiantes tipificados como: "cansones pero pilos" llegó a ser más elaborada que la de los otros tipos de estudiantes, puesto que estos ofrecieron a la profesora seguridad cognitiva, emocional y relacional, por cuanto encarnaban su arquetipo del buen estudiante, le generaban emociones de bienestar y le facilitaron el establecimiento de una buena relación profesor-estudiantes. Específicamente, la profesora empezó a comprender que estos estudiantes tenían altas capacidades para integrar conocimientos a partir de experiencias concretas, y que respondían apropiadamente a las estrategias de enseñanza-aprendizaje activas, enriquecidas con elementos lúdicos, y a los modelos dialógicos de comunicación profesor-estudiantes coloreados por un tono bromista.

No conforme con sus primeros procesos de evaluación de los estudiantes, la profesora continuó leyendo, con insistencia y frecuencia, la disposición de ánimo, el rendimiento académico y el comportamiento del grupo de estudiantes que más la había presionado en lo cognitivo, emocional y relacional: los estudiantes "especialistas en aparentar ser juiciosos". Este proceso la llevó a construir una nueva imagen de ellos, más benévola, que reconocía sus fortalezas y dificultades para el aprendizaje de la física. Por ejemplo, la profesora empezó a reconocer que a estos grupos de estudiantes se les facilitaba comprender teorías abstractas y descontextualizadas, pero que tenían dificultades para integrar conocimientos a partir de experiencias concretas; de allí que prefirieran las clases en las que se hiciera una buena explicación teórica antes de pasar a la experimentación. También llegó a advertir que estos jóvenes no se comunicaban fácilmente con ella y eran algo difíciles de abordar porque se mostraban "fríos", "distantes" y muy "seguros de sí mismos", de allí que voluntariamente no acostumbraran participar en las puestas en común que ella solía desarrollar en sus clases, ni en las discusiones que les proponía durante las sesiones de trabajo grupal e individual, pero que cuando explícitamente se les solicitaba expresar sus ideas eran elocuentes y hacían uso de los conceptos con "precisión".

## Discusión con relación a la literatura

Otros estudios con profesores noveles y experimentados de ciencias también han reportado procesos de evaluación similares a los desarrollados por Alicia. Algunos de ellos indican que desde el comienzo de las experiencias de enseñanza los profesores practicantes (Bianchini & Cavazos, 2007, Eick & Dias, 2005; Geddis & Roberts, 1998) y experimentados (Newberry, 2010) emprenden procesos de evaluación de sus estudiantes a fin de ajustar su enseñanza a sus intereses, habilidades y necesidades. Sin embargo, para los profesores noveles estos procesos implican mucho más tiempo y esfuerzos, puesto que sus ideas preconcebidas sobre los estudiantes suelen ser menos realistas -por no decir ingenuas-, en comparación con las de los experimentados (Grossman, 2005; Kagan & Tippins, 1991; Putnam & Borko, 1997/2000).

El proceso de evaluación desarrollado por Alicia implicó una validación de los reportes previos realizados por su mentor. Procesos de validación como éste también han sido reportados en otros estudios con profesores experimentados (Mayer & Marland, 1997). A pesar de esta similitud hay una diferencia sustancial entre los casos de los profesores experimentados reportados por Mayer y Marland, y el caso de Alicia. Mientras que ella suspendió el juicio sobre la validez de las evaluaciones de su mentor porque pensaba que, probablemente, las interpretaciones de su mentor podían ser desacertadas, los profesores experimentados

reportados por Mayer y Marland lo hicieron porque reconocían que, en repetidas ocasiones, los estudiantes suelen ser diferentes con diferentes profesores y en diferentes situaciones.

El hecho de que Alicia comenzara a utilizar otros aspectos para caracterizar a sus estudiantes, más allá de su disposición de ánimo, comportamiento y rendimiento, coincide con los resultados de otros estudios con profesores principiantes (Bianchini & Cavazos, 2007), que revelan cómo las interacciones tempranas con los grupos y personas que conforman una clase rápidamente llevan a los profesores noveles a considerar otras formas de caracterizar a sus estudiantes que antes no valoraban, en la medida en que les son útiles para orientar sus decisiones sobre cómo enseñar y cómo gestionar sus clases.

Finalmente, la imagen de los estudiantes construida por la profesora al comienzo de sus experiencias de enseñanza nos recuerda que: (a) lo que los profesores principiantes comprenden acerca de sus estudiantes suele involucrar sus reacciones afectivas hacia ellos (Kagan & Tippins, 1991), y (b) los juicios morales de los profesores desempeñan un papel importante en el tipo de experiencias emocionales y las relaciones que establecen con sus estudiantes (Chang & Heather, 2009; De Panti & Wubbels, 2012; Meyer, 2009; Schutz & Zembylas, 2009).

### **Episodio III: La imagen de Alicia sobre sus estudiantes hacia el final de sus experiencias de enseñanza**

Cuando la maestra logró construir un panorama general de los distintos grupos de estudiantes que conformaban su clase, empezó a destinar más tiempo y esfuerzos a comprender a sus alumnos con relación a sus dificultades para el aprendizaje de la física.

Aunque al comienzo de las experiencias de enseñanza la profesora manifestó unas nacientes comprensiones sobre las dificultades generales que experimentaban sus estudiantes para el aprendizaje de la física, asociadas a la naturaleza de las tareas, particularmente sus dificultades para resolver problemas estandarizados de lápiz y papel y para realizar una lectura comprensiva de los textos científicos escolares, no fue sino hacia el final de su primer semestre de experiencias de enseñanza cuando estos conocimientos tuvieron un enriquecimiento sustancial.

En lo que respecta a las dificultades para la resolución de problemas la profesora llegó a comprender que dichas dificultades guardaban estrecha relación con: (a) los conocimientos y habilidades matemáticas de los estudiantes, porque quienes tenían dificultades para operar algebraicamente con ecuaciones o sistemas de ecuaciones solían tener mayores dificultades para resolver problemas estandarizados de lápiz y papel; (b) la familiaridad de los estudiantes con el problema, puesto que quienes se solían mostrar confundidos y en la mayoría de casos no lograban resolver problemas para los cuales el maestro no hubiera ofrecido un modelo de algoritmo de resolución, y (c) las características de los problemas, en la medida en que los estudiantes solían resolver más fácilmente aquellos problemas que solo les exigían leer el enunciado, identificar la ecuación, reemplazar los datos numéricos en la ecuación, y obtener el resultado solicitado, que aquellos que les exigen predecir y explicar el comportamiento de sistemas físicos complejos.

Asimismo, la profesora también comprendió que otras dificultades para la resolución de problemas estaban asociadas a la metodología de resolución. La mayoría de sus estudiantes, si no todos, tenían dificultades para: (a) comprender el enunciado del problema, (b) representar y organizar la información suministrada en el problema, (c) hacer un análisis cualitativo del problema y reflexionar sobre el principio general que relaciona los distintos parámetros y variables del problema con las incógnitas que se están tratando de encontrar, y (d) interpretar y valorar los resultados obtenidos. De hecho, muchos estudiantes simplemente no llevaban a cabo algunas de estas tareas.

En lo que respecta a las dificultades de los estudiantes para hacer una lectura comprensiva de los textos científicos escolares, es importante destacar que al comienzo de las experiencias de enseñanza la maestra



comprendía que gran parte de dichas dificultades estaban asociadas al bajo interés que este tipo de textos suele despertar en los jóvenes, dadas algunas de sus características lingüísticas, como son: la utilización de términos científicos (monosémicos) y de operaciones discursivas complejas, y su extensión. Sin embargo, hacia el final de las experiencias de enseñanza Alicia complementó esta comprensión al reconocer que sus estudiantes, además, tenían dificultades para leer textos científicos porque: (a) no lograban comprender el significado de los términos científicos dado que comportaban un alto grado de abstracción y empaquetaban mucha información; (b) no contaban con los conocimientos necesarios para comprender buena parte del texto, y (c) no lograban establecer una relación entre las ideas que el autor presentaba a través del texto, las ideas científicas trabajadas en las clases previas, y sus ideas propias sobre los eventos o fenómenos naturales.

A través de las experiencias de enseñanza de los diferentes contenidos, Alicia también fue desarrollando sus comprensiones sobre aquello que dificulta a sus estudiantes el aprendizaje de dichos contenidos, con tal suerte que elaboró tanto conocimientos específicos sobre aquellos aspectos que dificultan a los estudiantes aprender los contenidos particulares que les estaba enseñando, como comprensiones globales sobre aquellos aspectos que de forma general dificultan a los estudiantes aprender los contenidos de la física. Dichas comprensiones estuvieron íntimamente relacionadas con los contenidos programáticos enseñados por la profesora.

Con relación a las dificultades específicas de sus estudiantes para comprender los conceptos de masa y peso, la profesora comenzó a reconocer que parte de dichas dificultades estaban asociadas al uso cotidiano de dichos términos, casi como sinónimos, para referirse a la cantidad de materia que tiene un cuerpo. De forma análoga, para ella muchas de las dificultades que experimentaban sus estudiantes para aprender el concepto científico de trabajo se asociaban al uso cotidiano de dicho término como el ejercicio de una fuerza, o un esfuerzo físico, para cargar, empujar o halar un cuerpo. En la misma línea, consideraba que algunas de las dificultades que tenían sus estudiantes para comprender el concepto científico de potencia se asociaban al uso cotidiano de dicho término como capacidad de una persona o máquina para ejercer una fuerza grande. Estas comprensiones específicas permitieron a la profesora delinear un conocimiento general: la diferencia entre los significados científicos y cotidianos asociados a un mismo término genera dificultades a los estudiantes para comprender el significado científico de dicho término.

Además, Alicia empezó a reconocer que otro de los problemas que tenían sus estudiantes para aprender el concepto de potencia era su falta de comprensión de los conceptos científicos de fuerza y trabajo, desde los cuales se construye su significado, y sus limitaciones para comprender las complejas relaciones entre estos tres conceptos. Esta otra comprensión específica permitió a la profesora elaborar otro conocimiento general: parte de las dificultades de los estudiantes para aprender un nuevo concepto científico se deben a que no han logrado comprender los conceptos científicos a partir de los cuales se constituye el nuevo concepto, ni las relaciones entre ellos, ya que cualquier concepto particular solo tiene sentido en términos de las relaciones que tiene con otros conceptos.

Finalmente, la profesora llegó a comprender que otra de las dificultades que tenían sus estudiantes para aprender el concepto de potencia se originaba en la interpretación que ellos hacían de su definición operacional como una cadena de operaciones aritméticas (multiplicaciones y divisiones) entre magnitudes, no como una relación de proporcionalidad entre magnitudes, dado que tenían un desarrollo deficiente del sistema conceptual que subyace a las relaciones de proporcionalidad. Nuevamente este conocimiento específico llevó a la profesora a elaborar un conocimiento general: si los estudiantes tienen un desarrollo deficiente del sistema conceptual que subyace a las relaciones de proporcionalidad, tendrán serias dificultades para comprender las definiciones operacionales de algunos conceptos físicos como relaciones (razones) entre magnitudes físicas, y terminarán reduciéndolas a simples algoritmos.

## Discusión con relación a la literatura

En términos generales, el caso de Alicia coincide con el planteamiento de los investigadores sobre el PCK, de que a través de las experiencias de enseñanza de los diferentes contenidos los profesores van desarrollando sus comprensiones sobre aquello que dificulta a sus estudiantes el aprendizaje de dichos contenidos (Shulman, 1986), y que estas comprensiones pueden ser generales -comprensiones sobre aquellos aspectos que de forma general dificultan a los estudiantes aprender los contenidos de las ciencias-, o específicas -comprensiones sobre aquellos aspectos que dificultan a los estudiantes aprender un contenido particular- (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999). Pero más allá de coincidir con estos planteamientos, el caso de Alicia nos permite enriquecerlo con ejemplos concretos.

Los conocimientos que desarrolló Alicia sobre las dificultades de sus estudiantes para la resolución de problemas encuentran correlatos en los estudios acerca de las opiniones de los profesores sobre las dificultades de sus estudiantes en esta clase de tareas (Gil, Martínez & Senent, 1988; Oñorbe & Sánchez, 1996; Ramírez, Gil & Martínez, 1994). En estos estudios se establece que, de forma similar a Alicia, muchos profesores de física, tanto principiantes como experimentados, consideran que las principales dificultades que tienen los estudiantes para la resolución de problemas son: (a) falta de conocimientos de la teoría específica que deben aplicar en la resolución de un problema dado, (b) falta de conocimientos sobre las estrategias o caminos de resolución del problema, (c) complicaciones para comprender el enunciado del problema, tanto su lenguaje como su planteamiento, y (e) los fallos en el desarrollo de cálculos y operaciones básicas.

Estos conocimientos también encuentran correlato en las investigaciones sobre aprender y enseñar ciencias (Becerra, Gras-Martín & Martínez, 2004; Gil, Martínez & Senent, 1988; Mettes, Pilot & Roosink, 1980; Ramírez, Gil & Martínez, 1994), las cuales, en conjunto, muestran que muchos estudiantes pueden llegar a la solución correcta de un problema sin que ello implique una comprensión conceptual, a través de la resolución mecánica y operativa. Además, que en muchos casos los estudiantes pueden resolver incorrectamente los problemas cuantitativos, aun cuando puedan manipular las relaciones matemáticas, debido a las dificultades conceptuales subyacentes.

Los conocimientos sobre las dificultades de los estudiantes para la lectura de textos científicos escolares señalados por Alicia también han sido discutidos por algunos investigadores. Por ejemplo, se ha identificado que el bajo interés de los estudiantes por los textos científicos se puede atribuir a que dichos textos suelen utilizar gran número de palabras científicas abstractas, que los estudiantes desconocen, y de oraciones y párrafos de gran extensión, que dificultan la comprensión (Mikk & Kukemelk, 2010). También se ha indicado que una de las principales dificultades que tienen los estudiantes para la lectura de textos son sus escasos conocimientos de las ideas que las comunidades de científicos empaquetan y etiquetan a través de términos y símbolos abstractos y complejos (Braasch & Goldman, 2010; Maturano, Mazzitelli & Macías, 2010; Sanmartí, 2007).

En cuanto a los conocimientos desarrollados por Alicia sobre las dificultades generales de sus estudiantes para el aprendizaje de la física vemos que todos ellos coinciden con algunos resultados reportados en la literatura sobre aprender y enseñar ciencias. Bell y Freyberg (1988) y Lahore (1993), por ejemplo, presentan algunas de las dificultades que experimentan los estudiantes para aprender los significados de conceptos científicos, asociadas al hecho de que dichos conceptos se etiquetan con palabras que ellos utilizan usualmente, con las que tienen cierta familiaridad, a las cuales les atribuyen un significado que, la mayoría de veces, es diferente del significado científico. Otro ejemplo es el de Lemke (1997), quien resalta que muchas de las dificultades de los estudiantes para aprender ciencias están asociadas a sus problemas para comprender los significados específicos de los conceptos científicos y las formas en que estos se integran en patrones temáticos -relaciones entre los términos claves y cómo se insertan esas relaciones en un patrón más amplio-. Un último ejemplo son los estudios de Arons (1997) y Pérez y Moreno (1998), quienes sostienen que algunas de las dificultades de los estudiantes para el aprendizaje de las ciencias están asociadas a la falta de

una adecuada comprensión del sistema conceptual que soportan las nociones de razón y proporción, ya que muchas magnitudes físicas no se pueden medir directamente, sino que se cuantifican a través de relaciones (razones) entre las medidas de otras magnitudes.

## CONCLUSIONES

En términos generales, esta investigación nos muestra cómo el desarrollo de los conocimientos prácticos de Alicia sobre sus estudiantes fue esencialmente histórico, en el sentido de que le implicó repensar y reconstruir sus experiencias pasadas a la luz de sus experiencias presentes. Cuando ingresó por primera vez al aula de clase, para observar las lecciones de su mentor, utilizó sus experiencias biográficas para dar sentido a las realidades allí vividas. Conforme fue avanzando el tiempo, recurrió a sus observaciones de las clases y a los reportes verbales de su mentor, para dar un nuevo sentido a dichas realidades. Finalmente, cuando comenzó su labor de enseñanza, rápidamente empezó a utilizar sus propias experiencias con los estudiantes, y los procesos de reflexión anticipatoria y retrospectiva que emprendió sobre dichas experiencias, a fin de desarrollar su conocimiento de sus estudiantes. Esto no significa que la profesora no hubiera seguido utilizando sus conocimientos biográficos, sino más bien que terminó re-significándolos a la luz de sus observaciones, las narraciones de su mentor y las propias experiencias de enseñanza.

Estos resultados nos brindan algunas ideas para pensar los espacios de formación práctica de los profesores (practicum) y las formas en que los estamos acompañando en ellos, más aún, cuando sabemos que la formación inicial de los profesores de ciencias es uno de los aspectos más importantes para la transformación de las prácticas de enseñanza de las ciencias en las escuelas. Nos detendremos brevemente en cuatro de ellas.

Ante todo, estos resultados nos invitan a reconocer que aprender a enseñar ciencias no es una empresa individual: los maestros aprenden a enseñar a través de sus interacciones y las relaciones que llegan a establecer con los diferentes grupos y personas que constituyen su clase durante sus experiencias de enseñanza. En consecuencia, dichas interacciones y relaciones se constituyen en una de las dimensiones más importantes a través de la cual los profesores extraen sus comprensiones sobre la enseñanza, y una de las dimensiones más importante a la hora de orientar los procesos de formación inicial del profesorado.

Además, estos resultados nos exigen transitar de la idea, ampliamente difundida, del practicum como el dominio donde se trasladan o ponen en práctica los conocimientos teóricos sobre la docencia en física aprendidos, hacia la idea del practicum como el dominio donde los aspirantes a profesores aprenden a través de sus experiencias y construyen sus conocimientos docentes. Esta idea demanda a los programas de formación desarrollar procesos reflexivos sobre cómo orquestrar y agenciar los practicum en respuesta a las particularidades de sus diferentes contextos.

Estos resultados también nos permiten refutar la idea hegemónica de la existencia de una base de conocimientos autónomos y transportables sobre la enseñanza de las ciencias, que se pueden transmitir a los aprendices de profesores de ciencias, y que esta base de conocimientos corresponde a los conocimientos teóricos producidos por los especialistas. Los resultados aquí presentados señalan, más bien, que gran parte de los contenidos (declarativos, procedimentales y actitudinales), que debe adquirir el docente en formación se aprenden a través de las experiencias de enseñanza.

Finalmente, este estudio corrobora el papel esencial que tiene la reflexión del practicante en el desarrollo de sus conocimientos prácticos, en sus muy diversas dimensiones, en la medida en que le permite re-conocerse, pero, sobre todo, dar sentido a las palabras que utiliza a través de sus acciones, en lugar de tratar de que las teorías (como las constructivistas) den sentido a las acciones que lleva a cabo. Aunque dicha reflexión se produce espontáneamente, los formadores podemos promoverla, encauzarla y enriquecerla mediante estrategias como el uso de casos de profesores, las prácticas de co-enseñanza y los procesos de investigación sobre la práctica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. Abell & N. Lederman (eds.). *Handbook of Research on Science Education* (vol. 36, pp. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arons, A. (1997). *Teaching introductory physics*. Nueva York: John Wiley.
- Avraamidou, L. & Zembal-Saul, C. (2005). Giving priority to evidence in science teaching: A first-year elementary teacher's specialized practices and knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 965-986.
- Becerra, C.; Gras-Martí, A. & Martínez, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 1-11.
- Bell, B. & Freyberg, P. (1988). El lenguaje en la clase de ciencias. En R. Osborne & P. Freyberg (eds.), *El aprendizaje de las ciencias de los alumnos* (3.a ed., pp. 56-73). Madrid: Narcea.
- Bianchini, J. & Cavazos, L. (2007). Learning from students, inquiry into practice, and participation in professional communities: Beginning teachers' uneven progress toward equitable science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 586-612.
- Braasch, J. L. & Goldman, S. R. (2010). The role of prior knowledge in learning from analogies in science texts. *Discourse Processes*, 47, 447-479.
- Bullough, R. (2000). Convertirse en profesor: la persona y la localización social de la formación del profesorado. En B. Biddle, I. Goodson & T. Good (eds.). *La enseñanza y los profesores I. La profesión de enseñar* (pp. 99-168). Barcelona: Paidós.
- Chang, M.-L. & Heather, D. (2009). Emotion management and display in teaching: Some ethical and moral considerations in the era of marketization and commercialization. En P. Schutz & Zembylas (eds.). *Advances in teacher emotions research* (pp. 95-128). Nueva York: Springer.
- Cifuentes, M. (2013). *Estudio narrativo de los conocimientos prácticos: el caso de una profesora de física, en formación inicial, durante su prácticum*. Tesis doctoral inédita: Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Clandinin, J. (1985). Personal practical knowledge: A study of teachers' classroom images. *Curriculum Inquiry*, 15(4), 361-385.
- Clandinin, J. (1989). Developing rhythm in teaching: The narrative study of a beginning teacher's personal practical knowledge of classrooms. *Curriculum Inquiry*, 19(2), 121-141.
- Clandinin, J. & Connelly, M. (2000). *Narrative inquiry: experience and story in qualitative research*. San Francisco: Jossey-Bass Education Series.
- Clark, C. & Peterson, P. (1990). Procesos de pensamiento de los docentes. En M. Wittrock (ed.). *La investigación de la enseñanza* (vol. 2, pp. 443-539). Barcelona: Paidós.
- Connelly, M. & Clandinin, J. (1996). Teachers' professional knowledge landscapes: Teacher stories. Stories of teachers. School stories. Stories of schools. *Educational Researcher*, 25(3), 24-30.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642.
- Dawkins, K. R.; Dickerson, D. L.; McKinney, S. E. & Butler, S. (2008). Teaching density to middle school students: Preservice science teachers' content knowledge and pedagogical practices. *Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 82(1), 21-26.
- De Jong, O. & Van Driel, J. (2004). Exploring the development of student teachers' PCK of the multiple meanings of chemistry topics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(4), 477-491.
- De Jong, O.; Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 947-964.
- Eick, C. & Dias, M. (2005). Building the authority of experience in communities of practice: The development of preservice teachers' practical knowledge through coteaching in inquiry classrooms. *Science Education*, 89(3), 470-491.
- Elbaz, F. (1981). The teacher's "practical knowledge". *Curriculum Inquiry*, 11(1), 43-71.



- Geddis, A. N. & Roberts, D. A. (1998). As science students become science teachers: A Perspective on learning orientation. *Journal of Science Teacher Education*, 9(4), 271-292.
- Gil, D.; Martínez, J. & Senent, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146.
- Grossman, P. (2005). Un estudio comparado: las fuentes del conocimiento pedagógico del contenido del contenido en la enseñanza del inglés en secundaria. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2), 1-17.
- Kagan, D. M. & Tippins, D. J. (1991). How student teachers describe their pupils. *Teaching and Teacher Educations*, 7(5/6), 455-466.
- Kaya, O. N. (2009). The nature of relationships among the components of pedagogical content knowledge of preservice science teachers: 'Ozone layer depletion' as an example. *International Journal of Science Education*, 31(7), 961-988.
- Lahore, A. (1993). Lenguaje literal y connotado en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 59-62.
- Lemke, J. J. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Magnusson, S.; Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome & N. Lederman (eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95-130). Dordrecht: Kluwer Academics.
- Maturano, C. I.; Mazzitelli, C. A. & Macías, A. (2010). Detección de dificultades básicas de estudiantes de escuela secundaria en la comprensión de un texto de Física. *Latin America Journal Physics Education*, 4(1), 160-161.
- Mayer, D. & Marland, P. (1997). Teachers' knowledge of students: a significant domain of practical knowledge? *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 25(1), 17.
- McCaughtry, N. (2005). Elaborating pedagogical content knowledge: What it means to know students and think about teaching. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11(4), 379-395.
- Mettes, C. T.; Pilot, A.; Roosink, J. H. & Kramers-Pals, H. (1980). Teaching and learning problem solving in science. Part I: A general strategy. *Journal of Chemical Education*, 57(12), 882-885.
- Meyer, D. (2009). Entering the emotional practices of teaching. En P. Schutz & M. Zembylas (eds.), *Advances in teacher emotions research* (pp. 73-94). Nueva York: Springer.
- Mikk, J. & Kukemelk, H. (2010). The relationship of text features to the level of interest in science texts. *Trames*, 14(64/59)(1), 54-70.
- Mulholland, J. & Wallace, J. (2003). Facilitating primary science teaching: A narrative account of research as learning. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 9(2), 133-155.
- Mulholland, J. & Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary science. *Journal of Research of Science Teacher*, 42(7), 767-790.
- Newberry, M. (2010). Identified phases in the building and maintaining of positive teacher-student relationships. *Teaching and Teacher Education*, 26, 1695-1703.
- Oñorbe, A. & Sánchez, J. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química. II opiniones del profesor. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 165-170.
- Panti, N. & Wubbels, T. (2012). Teachers' moral values and their interpersonal relationships with students and cultural competence. *Teaching and Teacher Education*, 28, 451-460.
- Pérez, M. & Moreno, J. (1998). *Evaluación y detección de dificultades en el aprendizaje de la física y química en el segundo ciclo de la ESO*. Madrid: Edita.
- Pringle, R. M. (2006). Preservice teachers' exploration of children's alternative conceptions: Cornerstone for planning to teach science. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 291-307.
- Putnam, R. & Borko, H. (2000). El aprendizaje del profesor: implicaciones de las nuevas perspectivas de la cognición. En T. Good & I. Goodson (eds.). Barcelona: Paidós Ibérica.
- Ramírez, J. L.; Gil, D. & Martínez, J. (1994). *La resolución de problemas de física y de química como investigación*. Madrid: Ministerio de Educación.



- Russell, T. & Martin, A. K. (2007). Learning to teach science. En S. Abell & N. Lederman (eds.). *Handbook of Research on Science Education* (vol. 37, pp. 1151-1176). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En M. Fernández (ed.). *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículum* (pp. 103-128). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencias.
- Schutz, P. & Zembylas, M. (2009). Introduction to advances in teacher emotions research: The impact on teacher's lives. En P. Schutz & M. Zembylas (eds.), *Advances in Teacher Emotions Research* (pp. 3-14). Nueva York: Springer.
- Schwab, J. (1969). The practical: A language for curriculum. *The School Review*, 78(1), 1-23.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Sperandeo-Mineo, R.; Fazio, C. & Tarantino, G. (2005). Pedagogical content knowledge development and pre-service physics teacher education: A case study. *Research in Science Education*, 36(3), 235-268.
- Strauss, A. & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Facultad de Enfermería.
- Van Driel, J.; Beijaard, D. & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.
- Van Manen, M. (1995). On the epistemology of reflective practice. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 1(1), 33-50.
- Zemba-Saul, C.; Blumenfeld, P. & Krajcik, J. (2000). Influence of guided cycles of planning, teaching, and reflection on prospective elementary teachers' science content representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 318-339.