

EL NUEVO PARADIGMA DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

ANNA MARIA PESSOA DE CARVALHO*

Resumen

Hemos buscado proponer, en este artículo, un nuevo paradigma de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Esa redefinición debe abarcar tres diferentes aspectos: primeramente, las nuevas visiones acerca de qué significa enseñar y aprender contenidos científicos que no tratan sólo de entender la construcción del proceso científico sino también las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. La redefinición debe ser capaz también de explicar y asimilar las investigaciones realizadas por la comunidad que analiza la enseñanza en las escuelas y el aprendizaje de los alumnos en los diversos contenidos científicos. Por último, discutimos la relación entre la didáctica y la práctica de la enseñanza, es decir, la didáctica en los cursos de formación inicial y continua de los profesores.

Abstract

This paper describes a new paradigm in didactic experimental sciences. A new paradigmatic definition must consider the meaning of both teaching and learning scientific contents and the findings of research practices. A discussion of the relationship between didactic and teaching practices in both pre-service and in-service development of teachers is analyzed.

* Doctora en Didáctica de las Ciencias, Facultad de Educación de la Universidad de São Paulo.

1. Redefiniendo el acto de enseñar y de aprender - Redefiniendo la Didáctica de las Ciencias Experimentales

La búsqueda de una relación estrecha entre enseñanza y aprendizaje es, y ha sido siempre, uno de los principales objetivos de la Didáctica, y como lo señala Moura (2001), la organización de la enseñanza de tal modo que permita mejorar el aprendizaje es una premisa de la Didáctica desde Comenius (1592-1604). Así, la Didáctica se transforma en la razón misma de entender cómo se aprende, y nada ha cambiado tanto en nuestras sociedades, a fines del siglo XX y principios del XXI, como el concepto de aprendizaje y, principalmente, el de aprendizaje de ciencias.

Ya no podemos ser ingenuos en ese asunto, e ignorar la inmensa cantidad de estudios que se han realizado desde de la década del 50 sobre el aprendizaje en general, y específicamente sobre el aprendizaje de conceptos científicos. Porque a partir de los resultados de tales investigaciones debemos construir las referencias teóricas y metodológicas de una didáctica orientada hacia las ciencias experimentales.

Sin embargo, para poder definir un nuevo paradigma para la didáctica de las ciencias experimentales, debemos tener en cuenta también el significado del contenido que hemos de enseñar, porque estos dos conceptos caminan de la mano; se trata siempre del aprendizaje de algún contenido específico. No se aprende la nada.

A fines del siglo XX los objetivos de la educación científica sufrieron una profunda modificación que afectó el modo de entender el concepto de ‘contenido escolar’. Hoy día nuestros cursos deben estimular a los estudiantes a ejercitar la razón, y los profesores deben intentar atraerlos para las cuestiones filosóficas e históricas que se puedan plantear con respecto a un punto específico, en vez de ofrecerles las respuestas definitivas, o de imponerles sus propios puntos de vista (Matthews, 1994).

Según Driver “aprender Ciencias [y aprender *sobre* Ciencias] implica la entrada de los jóvenes a una forma diferente de pensar y

de explicar el mundo; implica socializarse, en mayor o menor grado, con las prácticas de la comunidad científica, con sus propósitos particulares y sus maneras peculiares de ver y de explicar” (Driver & Newton, 1997).

Otro punto a considerar para una redefinición de las Didácticas de las Ciencias, al buscar un nuevo paradigma para esa área del conocimiento, concierne al papel que cumple el profesor al introducir una propuesta didáctica innovadora. Es necesario resaltar su importancia. Aunque no se pueda ignorar la dinámica interna de construcción del conocimiento, ni se la pueda sustituir mediante la intervención pedagógica, tal intervención es importante y consiste esencialmente en crear condiciones adecuadas para que la dinámica interna ocurra y vaya orientada en determinada dirección, de acuerdo con las intenciones educativas (Coll, 1996). La Didáctica sin una Práctica de Enseñanza equivalente pierde todo su significado. El pensamiento didáctico sólo tendrá validez si le sigue una acción correspondiente por parte de los profesores en sus clases, y un aprendizaje significativo de sus alumnos.

2. La redefinición del contenido en el nuevo paradigma de la Didáctica de las Ciencias

Somos conscientes de que la enseñanza científica exige saber conjugar armónicamente la dimensión conceptual del aprendizaje disciplinario con la dimensión formativa y cultural. En ese marco asume particular importancia la actual reconceptualización de la enseñanza de las ciencias –el paso de una concepción de enseñanza de ciencia pura hacia la concepción CTS (Santos 2001, Gil *et al.*, 2002), es decir, que ya no se puede concebir la enseñanza de ciencias desvinculada de las discusiones sobre los aspectos tecnológicos y sociales que esta ciencia aporta a la transformación de nuestras sociedades.

El mismo concepto de enseñanza de una ciencia pura ha sufrido modificaciones durante las últimas décadas. Ya no se acepta transmitir a las próximas generaciones una ciencia ‘cerrada’, con contenidos listos y completos, porque el entender la naturaleza de la ciencia se

convirtió en uno de los objetivos primarios de la educación (Lederman, 1992; Khalick y Lederman, 2000). Los trabajos en historia, filosofía y epistemología de las ciencias han influido a muchos organizadores de currículos o planes de estudio en esta vertiente de definición del contenido que se pretende enseñar.

Desde luego, el cambio del concepto de contenido –qué nuevo contenido de ciencias se debe enseñar– exige modificar también la didáctica de ese contenido. Trabajando en el sentido de buscar directivas para establecer qué conocimientos sobre el contenido específico debería tener un profesor para que pudiera transmitir una visión dinámica y no cerrada de las ciencias, Carvalho y Gil (1993) propusieron cinco puntos:

- *Conocer los problemas que originaron la construcción de tales conocimientos y cómo lograron articularse en cuerpos coherentes, evitando las visiones estáticas y dogmáticas que deforman la naturaleza del conocimiento. Se trata, por lo tanto, de conocer la historia de las ciencias, no sólo como respaldo básico de la cultura científica, sino principalmente como forma de asociar los conocimientos con los problemas que originaron su construcción, sin lo cual tales conocimientos aparecen como construcciones arbitrarias. Así se podrá conocer cuáles fueron las dificultades, los obstáculos epistemológicos que hubo que superar, elemento que constituye una ayuda imprescindible para comprender las dificultades de los estudiantes.*
- *Conocer las orientaciones metodológicas utilizadas en la construcción de los conocimientos, es decir, de qué manera los científicos plantean y tratan los problemas en su área del saber, las características más notables de su actividad, los criterios de validación y aceptación de sus teorías.*
- *Conocer las interacciones Ciencias / Tecnología / Sociedad asociadas a la construcción de conocimientos, sin ignorar el frecuente carácter conflictivo de esa construcción, y la necesidad de una toma de decisión.*

- *Tener algún conocimiento de los avances científicos recientes y sus perspectivas, para poder transmitir una visión dinámica del contenido que se ha de enseñar.*
- *Adquirir conocimientos de otras disciplinas relacionadas, de tal forma que pueda plantear problemas transdisciplinarios, la interacción entre distintas áreas y también los procesos de unificación.*

Somos conscientes de que esa visión de lo que sea “conocer el contenido que se debe enseñar” es novedosa para muchos cursos de graduación que forman profesores, donde son escasas las disciplinas que discuten estos planteamientos y establecen un vínculo estrecho entre el contenido específico y las reflexiones históricas y filosóficas que lo produjeron. Sin embargo, no se puede pensar en un nuevo paradigma para la didáctica de las ciencias experimentales si el contenido por enseñar no es coherente con una visión dinámica acerca de lo que es ciencia y producción científica.

3. La influencia de los estudios sobre aprendizaje de las ciencias en la redefinición de la Didáctica de las Ciencias

La primera gran influencia que indujo a una redefinición de la Didáctica de las Ciencias Experimentales provino de las teorías constructivistas que identificaron al individuo como constructor de su propio conocimiento, y describieron el proceso de construcción de ese conocimiento, llamando la atención tanto para la continuidad como para la evolución de dicho proceso.

Con base en esta concepción de construcción del conocimiento, a partir de la década del 70, empezaron a realizarse estudios acerca de las nociones o conceptos espontáneos en las más diversas áreas del conocimiento.

El descubrir que los alumnos traen al aula nociones ya estructuradas, cargadas de una lógica propia y coherente, y un despliegue de explicaciones causales, fruto de sus intentos de infundir un sentido a

las actividades cotidianas, pero diferentes de la estructura conceptual y lógica usada en la definición científica de tales conceptos, trastornó la didáctica tradicional, que partía del presupuesto de que el alumno era una *tabula rasa*, o sea, que no sabía nada de lo que la escuela pretendía enseñar.

Los mencionados estudios se desarrollaron bastante en el área de enseñanza de Física; incluso en la literatura destinada a los profesores ya figuran libros y artículos donde se sistematizan los resultados obtenidos, y se presentan las principales concepciones espontáneas encontradas acerca de los contenidos impartidos en la escuela fundamental (enseñanza básica) y media (enseñanza secundaria) (Driver, Guesnes y Tiberghien, 1985; Scott, Asoko, Driver, 1998).

Esa línea de investigación se extendió desde el área de Física hacia el área de enseñanza de Química, donde ya encontramos trabajos de revisión de literatura sobre conceptos espontáneos (Garnett y Hackling, 1995), y luego a la de Biología, donde también encontramos una gran producción de estudios que presentan los diversos conceptos espontáneos de los alumnos (Velasco, 1991; Carvalho, 1989; Trowbridge y Mintzes, 1988; Trivelato Jr., 1993; Albadalejo y Lucas, 1988; Halden, 1989).

Con todo, en cuanto a la redefinición de la Didáctica de las Ciencias, es necesario plantear algunas preguntas: ¿cómo los estudios volcados a las concepciones espontáneas, esa colección de datos empíricos, pueden orientar el contenido de los cursos? ¿Cómo se relacionan los estudios, por ejemplo, con las prácticas de laboratorio, con los problemas de lápiz y papel y las evaluaciones?

No podemos pensar en una nueva Didáctica de las Ciencias introduciendo tan sólo innovaciones puntuales, limitadas a un único aspecto. Un modelo de enseñanza debe tener coherencia interna, y cada actividad de enseñanza debe respaldarse en las demás de tal forma que llegue a constituir un cuerpo de conocimiento para los distintos aspectos relativos a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias (Hodson 1992). Además, debe incluir las ideas constructi-

vistas de que un aprendizaje significativo de los conocimientos científicos requiere la participación de los estudiantes en la (re)construcción de los conocimientos, que se suelen transmitir ya elaborados, y superar los reduccionismos y las visiones deformadas en la naturaleza de las ciencias.

A medida que la Didáctica de las Ciencias pretenda proponer una visión correcta de los trabajos científicos, las propuestas diferenciadas para enseñar la “teoría”, las “prácticas de laboratorio” y los “problemas“, que en la actividad científica aparecen absolutamente entremezclados, se convierten en factor de distorsión, es decir, en un verdadero obstáculo epistemológico.

Gil *et al.* (1999) relatan los avances realizados por la investigación y la innovación didácticas, en cada una de las tres áreas separadamente. Y es más, presentan un análisis de los trabajos demostrando su integración en un único proceso metodológico, donde la estrategia de enseñanza integradora en esas áreas *“es la que asocia el aprendizaje al tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que puedan despertar el interés de los estudiantes”*. En estos casos *“el aprendizaje de las ciencias se concibe así, no como simple cambio conceptual, sino como un cambio al mismo tiempo conceptual, metodológico y de actitud”* (Gil *et al.*, 1999).

Como lo afirman Driver y Oldham (1986), tal vez la más importante implicación del modelo constructivista sea el “concebir el currículo no como un conjunto de conocimientos y habilidades, sino como un programa de actividades mediante las cuales tales conocimientos y habilidades se puedan construir y asimilar”.

Parafraseando a Driver y Oldham (1986) y complementando con los planteamientos de Gil *et al.* (1991) podemos proponer que

“la más importante implicación del modelo constructivista sea el concebir la Didáctica de las Ciencias Experimentales, no como un conjunto de conocimientos y habilidades, sino como un programa de actividades donde unas situaciones problemáticas abiertas puedan despertar el interés de los estudiantes, y mediante las cuales

logremos un cambio al mismo tiempo conceptual, metodológico y de actitud”.

En este contexto teórico de la Didáctica de las Ciencias se ha estudiado la situación en el aula, intentando determinar las condiciones de enseñanza y aprendizaje que favorecen el cambio o la evolución conceptual (Silva 1990, 1995; Teixeira 1993; Mortimer 1994; Castro y Carvalho 1995; Barros, 1996; Carvalho y Vannucchi 1999). Las propuestas de enseñanza partieron de una referencia constructivista, es decir, orientaron el aprendizaje de los alumnos como una (re)construcción de conocimientos a través de actividades de enseñanza donde se planteaban situaciones problemáticas de interés para los alumnos, en cada uno de los contenidos específicos, y donde se respetó la metodología de producción del conocimiento.

Otra línea de investigación proveniente de los estudios sobre cambio conceptual es la que analiza las discusiones en clase: de los alumnos entre sí, y de los alumnos con el profesor (Mortimer y Machado, 1997; Mortimer, 1998; Scott, 1997). El lenguaje del profesor es un lenguaje propio –el de las ciencias que se enseñan en la escuela, construidas y validadas socialmente– y una de las funciones de la escuela es lograr que los alumnos se acerquen a ese nuevo lenguaje, que aprecien su importancia para dar un nuevo sentido a las cosas que suceden a su alrededor, para entrar en un mundo simbólico que representa el mundo real (Driver y Newton, 1997).

Para que se produzca un cambio en el lenguaje de los alumnos –pasando de un lenguaje cotidiano a un lenguaje científico– los profesores tienen que dar a los estudiantes la oportunidad de que expresen sus ideas sobre los fenómenos estudiados, en un ambiente alentador, para que ellos empiecen a sentirse seguros e involucrados en las prácticas científicas. Por eso es necesario crear un sistema para que los alumnos se manifiesten en clase. A través del habla, además de tomar conciencia de sus propias ideas, el alumno también tendrá la oportunidad de ensayar el uso de un nuevo género discursivo, que conlleva las características de la cultura científica (Capecchi y Carvalho, 2000).

Los resultados de esa línea de investigación y además los estudios e innovaciones relativos al uso de computadoras en la enseñanza de ciencias, que se están llevando a cabo en este inicio del siglo XXI, podrán validar y ampliar ese nuevo paradigma de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

4. La influencia de este nuevo paradigma de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la formación de los profesores

La didáctica y la práctica de enseñanza son las dos caras de la misma moneda, por eso, ninguna propuesta de cambio educativo formal de la Didáctica de las Ciencias va a resultar exitosa si no logra asegurar la participación activa del profesor, o sea, si de su parte no hay una voluntad deliberada de aceptar y aplicar las nuevas propuestas de enseñanza.

Los cambios propuestos en la Didáctica de las Ciencias no son sólo conceptuales; ellos abarcan asimismo las actitudes y los procesos, y ese proceso concierne al trabajo en clase. Al profesor no le basta con *saber*, él debe *saber hacer* (Carvalho y Gil, 2001).

Por ejemplo, no es suficiente que el profesor *sepa* que aprender es también apoderarse de un nuevo género discursivo, que es el género científico escolar: él necesita *saber hacer* que sus alumnos aprendan a argumentar, es decir, que sean capaces de reconocer las afirmaciones contradictorias, las evidencias que respaldan o no las afirmaciones, y además deben desarrollar la capacidad de integrar los méritos de una afirmación. Los profesores deben *saber crear* un ambiente favorable para que los alumnos empiecen a reflexionar sobre sus pensamientos, aprendan a reformularlos con el aporte de los compañeros, mediando conflictos mediante el diálogo y tomen decisiones colectivas.

Hace falta que los profesores *sepan* construir actividades innovadoras para que los alumnos evolucionen en sus conceptos, habilidades y actitudes, pero también es necesario que *sepan dirigir los tra-*

bajos de los alumnos de modo que éstos alcancen realmente los objetivos propuestos. A menudo, el *saber hacer* en estos casos es mucho más difícil que el *hacer* (planificar la actividad) y requiere todo un trabajo de asistencia y de análisis crítico de esas clases (Carvalho, 1996).

Un curso de Didáctica de las Ciencias no puede ser solamente teórico. Si la relación teoría-práctica es importante para la construcción del contenido específico, esa misma relación es imprescindible por lo que respecta al dominio de los saberes de la Didáctica de las Ciencias.

Ahora la práctica se realiza en una escuela (son las pasantías de los cursos de graduación) donde los profesores (o futuros profesores) intentarán establecer un vínculo bastante fuerte entre saber y saber hacer.

Existen algunas diferencias en un curso de Didáctica de las Ciencias destinado a alumnos de graduación que nunca impartieron clases, o a profesores que ya tienen experiencia. Vamos a discutir estos aspectos en los próximos apartados.

4.1. *Formación inicial*

Hay un gran problema en la formación inicial de los profesores que no podemos eludir. Una cosa es que en un curso de formación, el futuro profesor hable sobre la enseñanza e incluso que la planifique. Otra, es que ese mismo alumno/profesor, ponga en práctica todas las ideas que tan bien supo defender en la teoría (Carvalho, 1988). Las ideas innovadoras y creativas sobre la enseñanza de determinado contenido, ampliamente discutidas y aceptadas en un curso de formación, casi nunca van acompañadas de una práctica docente compatible, cuando ese mismo profesor está de cara a los alumnos (Trivelato, 1993).

Esa dicotomía, teoría versus práctica, pone en tela de juicio los cursos de Didáctica de las Ciencias. Muchos estudios han abordado

este problema: nosotros mismos nos hemos empeñado en analizarlo (Abib, 1996; Darsie 1998; Bejarano, 2001; Tinoco 2000).

Una de las variables importantes al transponer las innovaciones didácticas, principalmente las propuestas constructivistas, desde los cursos de formación a las escuelas secundarias, es el concepto de enseñanza y de aprendizaje que el profesor posee. De modo similar a las investigaciones descritas en los apartados anteriores de este trabajo, que mostraron que los alumnos, al llegar a clase, ya tienen modelos conceptuales espontáneos sobre los más diversos contenidos específicos, y que tales modelos interfieren en el entendimiento de los conceptos que el profesor pretende enseñar, las investigaciones de formación de profesores apuntan ese mismo mecanismo con relación a los conceptos educativos.

Muchos autores mostraron en sus estudios (Shuell, 1987; Herson y Herson, 1988; Azcárate, 1995) que los alumnos/profesores tienen ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza forjados desde el tiempo en que eran alumnos, y que reflejan el tipo de clases exclusivamente tradicionales que tuvieron y todavía tienen. La influencia de esas clases ha creado en ellos “conceptos espontáneos de enseñanza” adquiridos de una manera natural, no reflexiva, no crítica, y que muchas veces constituyen verdaderos obstáculos a la renovación de la enseñanza.

Por eso, si queremos que los futuros profesores construyan su conocimiento sobre la enseñanza, aquí tampoco podemos presentar propuestas didácticas acabadas, sino fomentar un trabajo de “cambio didáctico” (Gil, 1991; Carvalho y Gil, 1993) que impulse a los profesores a partir de sus propias concepciones, a ampliar sus recursos y modificar sus ideas y actitudes de enseñanza. Tenemos que ser constructivistas en nuestros cursos de formación.

Estos cambios didácticos no son fáciles. No se trata solamente de una toma de conciencia puntual: hay que rechazar el tratamiento atóxico y plantear la Didáctica de las Ciencias como una (re)construcción de conocimientos específicos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En ese contexto situamos la influencia de las investigaciones sobre la reflexión de los profesores y los conceptos de “reflexión en acción” y “reflexión sobre la acción” (Schön, 1992; Zeichner, 1993). Toda la actividad reflexiva impulsa el sujeto a pensar, en segundo grado, sobre sus propios procedimientos o procesos intelectuales, y, como lo muestran esos autores, con esa actividad el sujeto adquiere una mirada de otra naturaleza sobre lo que ha hecho o aprendido. Ese tipo de mirada induce a un desprendimiento que autoriza críticas y permite la descentración, y de esa manera, se vuelve una actividad que favorece la búsqueda tendiente a la reelaboración didáctica.

Una de las actividades de metacognición más eficaz en la formación de los profesores es la que se despliega del análisis colectivo en las clases de Didáctica de las Ciencias, acerca de los vídeos de los propios alumnos/profesores grabados durante las clases impartidas en las escuelas de la comunidad (Carvalho, 1996).

Esas actividades de metacognición fomentan la reflexión sobre la acción por parte del alumno/profesor, y permiten confrontar sus conceptos teóricos sobre la enseñanza de determinada asignatura con su desempeño en el aula. Tales clases, en el curso Didáctica de las Ciencias, provocan un desequilibrio, pero a la vez son muy ricas, porque las imágenes en vídeo nos dan condiciones concretas de analizar lo que sucede. Gracias a esas clases de discusión colectiva, los alumnos/profesores se dan cuenta de muchos aspectos de la relación que rige la enseñanza y el aprendizaje.

4.2. *Formación en actividad o continuada*

Para lograr un cambio conceptual, de actitud y metodológico en los profesores, uno de los principales aspectos de la formación continuada debe ser el de proporcionarles las *condiciones para que investiguen los problemas de enseñanza y aprendizaje que se presentan en su propia actividad docente* (Gil y Carvalho, 2000; Maiztegui et al., 2001).

Con esa directiva la organización de cursos de Didáctica de las Ciencias Experimentales destinados a profesores con experiencia, que ya actúan en la escuela hace varios años, deben:

1. Favorecer la vivencia de propuestas innovadoras y la reflexión crítica explícita de las actividades en clase.

Un problema que encontramos en nuestras investigaciones es la dificultad del profesor en llevar a cabo cambios en “su didáctica” (Carvalho, 1999). La enseñanza basada en presupuestos constructivistas exige nuevas prácticas docentes y discentes, inusitadas en nuestra cultura escolar. Introduce un nuevo ambiente de enseñanza y de aprendizaje, que presenta al profesor dificultades nuevas e insospechadas. El profesor tiene que sentir y darse cuenta de ese nuevo contexto y del nuevo papel que deberá representar en clase.

Esas transformaciones no son tranquilas. Las resistencias a los cambios son innumerables. Nuestros cursos deben crear condiciones para involucrar a los participantes en actividades de enseñanza que sean problemáticas para los alumnos de estos profesores. Tales actividades, además de impulsar la vivencia de propuestas pedagógicas innovadoras, hacen que los profesores se enteren de los detalles que esas innovaciones plantean. La discusión colectiva, durante el curso, permite tomar conciencia de las dificultades que se presentan y del nuevo papel que desempeñan profesores y alumnos, con lo cual los participantes logran entender mejor dichas propuestas.

2. Cuestionar la influencia que ejercen sobre la enseñanza las concepciones de Ciencias, de Educación y de Enseñanza de Ciencias que los profesores llevan a la clase.

La literatura ha mostrado el peso de las concepciones epistemológicas de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia que enseñan, sus concepciones alternativas sobre la enseñanza y la forma como los alumnos aprenden, y también la influencia de esas representaciones en las decisiones sobre la enseñanza y en

las prácticas docentes (Hewson y Hewson, 1987; Geddis, 1991; Glasson y Lalik, 1993; Trivelato, 1993; Adams y Krockover, 1997; Beach & Pearson, 1998).

En nuestros cursos esas discusiones están presentes cuando analizamos la necesidad de planificar, de desarrollar y evaluar las actividades de enseñanza enfocadas a la construcción-reconstrucción de las ideas de los alumnos en dirección a las nociones científicamente aceptadas, y el papel del profesor en tales actividades. Construimos, con los profesores, actividades de historia de las ciencias, problemas y cuestiones abiertas; investigaciones en laboratorio; demostraciones investigadoras y utilización de multimedios con miras a discutir las concepciones de ciencias y de enseñanza. La discusión de estas actividades, invariablemente nos impulsa a cuestionar las visiones simplistas del proceso pedagógico de enseñanza de las Ciencias usualmente centradas en el modelo transmisión-recepción y en la concepción empirista-positivista de las Ciencias (Silva y Schmetzler, 2000).

La estructura ideal de estos cursos debe incluir una clase de 3 a 4 horas semanales durante un año lectivo (120 horas/clase), para que se pueda establecer una relación estrecha entre la referencia teórica y la práctica de los profesores en clase, para crear las condiciones de experimentar las actividades propuestas en el curso, reflexionar y cuestionar la acción docente, y posibilitar una discusión colectiva sobre la relación, tan obvia pero tan difícil de advertir, entre enseñar y aprender. La necesidad de cuestionar estas concepciones junto con los profesores, ha resultado ser un factor bastante relevante en la formación de profesores (Tabachnik y Zeickner, 1999; Hewson *et al.*, 1999).

3. Introducir a los profesores en la investigación de los problemas de enseñanza y aprendizaje de Ciencias con miras a superar la distancia entre los aportes de la investigación educativa y su adopción.

Estimulamos a los profesores a que experimenten esas actividades en clase y las registren en vídeo, para que sirvan como mate-

rial de discusión y reflexión colectiva acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje; así la práctica pedagógica cotidiana se podrá convertir en objeto de investigación, un punto de partida y de llegada para las reflexiones y acciones basadas en la articulación teoría-práctica (Carvalho y Gil, 1993; Carvalho y Gonçalves, 2000). Por eso buscamos crear condiciones para que el profesor sea a la vez el investigador de su propia práctica pedagógica, y el creador de su propia didáctica.

Referencias bibliográficas

- Abib, M.L.V.** (1997). A Construção de Conhecimentos Sobre Ensino na Formação Inicial do Professor de Física: "...agora, nós já temos as perguntas." Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. Tese de Doutorado.
- Adams, Paul E. & Krockover, H. Gerald** (1997). Concerns and Perceptions of Beginning Secondary Science and Mathematics Teachers, *Science Education*, 81, pp. 29-50 (a).
- Albadalejo, C. y Lucas, A.** (1988). Pupils' meaning for mutation. *Journal of Biological Education*, 22 (3), pp. 215-219.
- Azcárate, Pilar.** Las concepciones de los profesores y la formación del profesorado. In: Blanco, L. J. y Mellado, V. (coords.), *La Formación del Profesorado de Ciencias y Matemáticas en España y Portugal*. Imprenta de la Excma. España: Badajoz, 1995, pp. 39-48.
- Barros, M.** (1996). *Evolução das Concepções dos Estudantes Secundários sobre a Visão em Situação de Ensino*, IF/FEUSP.
- Beach, R. & Pearson, D.** (1998). Changes in Preservice Teachers' Perceptions of Conflicts and Tensions, *Teaching and Teacher Education*, 14 (3), pp. 337-351.
- Bejarano, Nelson Rui Ribas** (2001). *Tornando-se Professor de Física: Conflitos e Preocupações*, Tese de doutoramento FEUSP.
- Capecchi, M. C. V. M. E Carvalho, A. M. P.** (2000). Interações Discursivas na Construção de Explicações para Fenômenos Físicos em Sala de Aula. VII EPEF, Florianópolis.
- Carvalho, A M.P.** (1996). O uso do vídeo na tomada de dados: Pesquisando o Desenvolvimento do Ensino em Sala de Aula. *Pro-Posições*, UNICAMP, 7, N° 1 (19), março, 1996, pp. 5-13.

- Carvalho, A. M.** (1988). Formação de Professores: o discurso crítico-liberal em oposição ao agir dogmático repressivo. *Ciência e Cultura*, SBPC 41 (5), pp. 432-434.
- Carvalho, A. M. P. de; Gil-Pérez, D.** (1993). *Formação de Professores de Ciências*. São Paulo: Cortez.
- Carvalho, A. M. P. de; Gil-Pérez, D.** (2001). O Saber e o Saber Fazer dos Professores, in. Castro, A. D. & Carvalho, A. M.P. *Ensinar a Ensinar*, Editora Pioneira Thomson Learning, São Paulo.
- Carvalho, A. M. P.; Barros, M. A.; Gonçalves, M. E. R.; Rey, R. C.; Vannucchi, A. I.** (1998). *Conhecimento Físico no Ensino Fundamental*. São Paulo, Editora Scipione.
- Carvalho, A.M.P.** (1999). Uma investigação na formação continuada dos professores: a reflexão sobre as aulas e a superação de obstáculos. *Atas do II ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, ABRAPEC Associação Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Valinhos, 01 a 04/09/99.
- Carvalho, A.M.P. e Vannucchi, A. I.** (1999). “La Formación de Profesores y los Enfoques de Ciencia, Tecnología y Sociedad”. *Revista Pensamiento Educativo*, Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, vol. 24, julio 1999, pp. 181-199.
- Carvalho, A.M.P.; Gonçalves, M.E.R.** (2000). Formación continua de profesores: el vídeo como tecnología propulsora de la reflexión. *Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas*, São Paulo, v. 111, pp. 71-88, 2000.
- Carvalho, L. M.** (1989). O pensamento animista em crianças e adolescentes em idade escolar. *Revista da Faculdade de Educação*, FEUSP, v. 15, n. 1, pp. 35-48.
- Castro, R. S.; Carvalho, A. M. P. de** (1995). The Historic Approach in Teaching: Analysis of an Experience. *Science & Education*, vol. 4, Nº 1, 1995, pp. 65-85.
- Coll, C.** (1996). *Psicologia e Currículo - Uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. São Paulo: Ática.
- Darsie, M. M.** (1998) *A reflexão distanciada na construção dos conhecimentos profissionais do professor em curso de formação*. Tese de Doutorado (Educação) - Universidade de São Paulo.
- Driver, R. e Newton, P.** (1997). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms *Paper prepared for presentation at the ESEARA Conference, 2-6 September, Rome*.

- Driver, R. e Oldham, V.** (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-22.
- Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A.** (1985). Children's ideas in science (Open University Press: Milton Keynes). Trad. cast. de P. Manzano, 1989, *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (Morata/MEC: Madrid).
- Garnett, P.J. e Hacking, M. W.** (1995). Students' Alternatives Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Educations*, 25, 69-95.
- Gil, D.** (1986). *La metodología científica y la Enseñanza de las Ciências*, 42(2), pp. 111-121.
- Gil, D.** (1991). Qué Hemos de Saber y Saber Hacer los profesores de Ciência? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 76-77.
- Gil, D. et al.** (2002). "Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada". *Revista Iberoamericana de Educación*, 28 pp.
- Gil, D.; Carvalho, A.M.P.** (2000). "Dificultades para incorporar a la enseñanza los hallazgos de la investigación y la innovación en didáctica de las ciencias", *Educación Química*, 11 (2), 244-251.
- Gil-Pèrez, D.; Furió, C.; Valdés, P.; Salinas, J.; Torregrossa, J.M.; Guisola, J.; Gonzales, E.; Carre, A.D.; Goffard, M.; Carvalho, A.M.P.** (1999). *Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas con lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 17, n. 2, pp. 311-321, 1999.
- Halden, O.** (1989). The Evolution of Species: pupils perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, 10 (5), pp. 541-552.
- Hewson, P. W. e Hewson, M. G.** (1987). Science teachers' conceptions of teaching: implicativos for teacher education. *International Journal of Science Education*, 9 (4), pp. 424-44.
- Hewson, P. W. y Hewson, M. G.** (1988). On appropriate conception of teaching Science; a vew from Studies of science learning. *Science Education*, 72 (5), 597-614.
- Hewson, P.W.; Tabachnik, B.R.; Zeichner, K.M. y Lemberger, J.** (1999). Educating prospective teachers of Biology: Finding, limitation, and recommendations, *Science Education*, 83 (3): 373-384.

- Hodson, D.** (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education, *International Journal of Science Education*, 14 (5), 541-566.
- Khlick Abid-El e Lederman N. G.** (2000). Improving Science Teachers' Conceptions of nature of Science: la critica review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.
- Lederman, N.G.** (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Recherch in Science Education*, 29 (4), 331-359.
- Maiztegui, A.P.; Gonzáles, E.; Tricárico, H.R.; Salinas, J.; Carvalho, A.M.P.; Gil, D.** (2000). *La formación de los profesores de ciencias en la Argentina. Boletín de la Academia Nacional de Educación*, Buenos Aires, v. 46, pp. 26-34, 2000.
- Matthews, M. R.** (1994b). *Science Teaching - The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Mortimer, E. F. e Machado, A. H.** (1997). Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: "Por que o gelo flutua na água?". Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências, Belo Horizonte.
- Mortimer, E. F.** (1998). Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, vol. 20, Nº 1, 67-82.
- Mortimer, E. F.** (1994). *Evolução do Atomismo em Sala de Aula: Mudança de Perfis Conceituais*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da USP.
- Moura, M. O.** (2001). A Atividade de Ensino como Ação Formadora. In: Castro A D, & Carvalho A M.P. *Ensinar a Ensinar*, Editora Pioneira Thomson Learning, São Paulo.
- Santos M. E. N. V. M.** (2001). Análise de Discursos De Tipo CTS em Manuais de Ciências, Trabalho apresentado no Congresso de Didactica de las Ciencias, Barcelona, España, Setembro de 2001.
- Schön, D.** (1992). Formar Professores como Profissional Reflexivo, In Os Professores e a sua Formação[Coordenação de António Nóvoa]. Dom Quixote. Portugal, pp. 77-91.
- Scott, P. H.; Asoko, H. M.; Driver, R. H.** (1998). Teaching for Conceptual Change: a Review of strategies. In: Tiberghien, A.; Jossem, E. L.; Barojas, J., *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*, I.C.P.E., <http://www.physics.ohiostate.edu/~jossem/ICPE/TOC.html>.

- Scott, P.** (1997). Teaching and learning science concepts in the classroom: talking a path from spontaneous scientific knowledge. *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*, Belo Horizonte.
- Shuell, T. J.** (1987). Cognitive psychology and conceptual change: implications for teaching Science. *Science Education* 71 (2) 239-250.
- Silva, D.** (1990). *O Ensino Construtivista de Velocidade Angular*, série Textos para o Ensino de Ciências, São Paulo, Faculdade de Educação-USP.
- Silva, D.** (1995). *Estudo das Trajetórias Cognitivas de Alunos no Ensino da Diferenciação dos Conceitos de Calor e Temperatura*, FEUSP. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação da USP.
- Silva, L.H.A.; Schnetzler, R.P.** (2000). Buscando o caminho do meio: a “sala dos espelhos” na criação de alianças entre professores e formadores de professores de ciências, *Revista Ciências & Educação*, 6 (1), 43-53.
- Tabachnik, B.R.; Zeichner, K.M.** (1999). Idea and action: action research and the development of conceptual change teaching science. *Science Education*, 83 (3), 309-322.
- Teixeira, O.P.B.** (1993). *Desenvolvimento do Conceito de Calor e Temperatura: A Mudança Conceitual*, Tese de Doutorado, Faculdade de Educação da USP.
- Tinoco, Sandra Carpinetti** (2000). A mudança nas concepções dos professores sobre aprendizagem de ciências. Dissertação de Mestrado (Educação) - Universidade de São Paulo.
- Trivelato Jr. J.** (1993). *Noções e Concepções de Crianças e Adolescentes sobre Decompositores: Fungos e Bactérias*, Dissertação de Mestrado. FEUSP.
- Trivelato, S.L.F.** (1993). *Ciência, Tecnologia e Sociedade - mudanças curriculares e formação de professores*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de S. Paulo.
- Velasco, J. M.** (1991). ¿Cuándo un ser vivo puede ser considerado animal? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 430-52.
- Zeichner, K.** (1993). *A Formação Reflexiva dos Professores: Idéias e Práticas*. Educa. Lisboa.