

# Formación de profesores: es necesario que la Didáctica de las Ciencias incluya la Práctica de la Enseñanza

*Anna Maria Pessoa de Carvalho\**

## Resumen

La enseñanza y el aprendizaje representan las dos caras de una misma moneda o las dos vertientes de una misma clase y han sido, siempre, el principal objetivo de la Didáctica. Sin embargo, entre la organización y la ejecución de esta enseñanza en el aula la responsabilidad está total y únicamente en manos del profesor.

En este artículo vamos a buscar las principales ideas para dar sentido y organizar las respuestas a cuestiones cotidianas de la enseñanza y del aprendizaje en clase, además de integrar y dar significado al resultado de las innumerables investigaciones en esta área que se están llevando a cabo. Estas cuestiones son bastante pertinentes si pensamos en la Didáctica de las Ciencias como una de las áreas importantes no sólo para la formación de nuevos profesores sino también en los cursos de formación continuada, que hoy día son fundamentales.

## Introducción

Enseñanza, aprendizaje y formación de profesores son tres conceptos que mantienen vínculos bastante profundos y están estrechamente interrelacionados. La respuesta más frecuente a la cuestión ‘¿para qué invertir tanto en la formación de profesores?’ es ‘para que puedan enseñar bien y logren que sus alumnos lo aprendan todo’.

Conseguir que la enseñanza y el aprendizaje representen las dos caras de una misma moneda o las dos vertientes de una misma cosa, es y ha sido siempre el principal objetivo de la Didáctica. Como lo señala Moura (2001), la posibilidad de organizar la enseñanza de tal modo que permita mejorar el aprendizaje es una premisa de la Didáctica desde Comenius (1592-1604); sin embargo, entre la organización y la ejecución de esta enseñanza en el aula

la responsabilidad está total y únicamente en manos del profesor.

La Didáctica de las Ciencias, es decir, el área del conocimiento que busca respuestas para las cuestiones: “¿por qué?”, “¿qué?”, “¿para quién?” y “¿cómo se enseña?”, se debe transformar en la misma razón y en la misma dirección del entendimiento de “cómo se aprende”. Estos conceptos –de enseñanza y del aprendizaje, principalmente cuando aparecen vinculados a ciencias– sufrieron muchas modificaciones a partir de mediados del siglo XX y debemos buscar una consistencia entre ambos para que podamos orientar el trabajo del profesor en clase.

Los profesores no pueden seguir pensando ingenuamente sobre cómo se enseña, creyendo que basta con conocer un poco el contenido y tener algo de habilidad para mantener a los alumnos atentos, y suponer que mientras nos están mirando están aprendiendo. Tenemos que incorporar la inmensa cantidad de estudios que se han realizado a partir de los años 50 del siglo pasado sobre el aprendizaje en general, y específicamente sobre el aprendizaje de conceptos científicos incluyendo, con especial atención, las discusiones acerca de cómo los trabajos en Historia y Filosofía de las Ciencias pueden contribuir para comprender mejor los contenidos mismos de las Ciencias, funcionando como auxiliar en su enseñanza y su aprendizaje (Drive *et al.*, 1996; Aduriz-Bravo *et al.*, 2002).

Pero esa incorporación no puede ser aleatoria, sin una reflexión que abarque todos los distintos ángulos de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Al buscar una coherencia interna, que integre consistentemente tanto el trabajo del profesor como el de los alumnos, hemos tratado de identificar en cada uno de los grandes ejes de la Didáctica de las Ciencias, que son los que responden a sus cuestiones fundamentales, los criterios estructurantes que pretenden aclarar y organizar las más diversas influencias que actúan sobre dicha disciplina.

Podemos definir como criterios estructurantes los conjuntos de ideas fundamentales capaces de

\*Facultad de Educación de la Universidad de São Paulo.

Correo electrónico: ampdcav@usp.br

organizar teóricamente los distintos conceptos y modelos que reflejan el estatus epistemológico de esta área del conocimiento, y sus relaciones con otras asignaturas académicas y con la propia práctica de la enseñanza en clase (Aduriz-Bravo *et al.*, 2002). Esos criterios deben dar sentido y proponer respuestas a cuestiones cotidianas de la enseñanza y del aprendizaje en clase, además de integrar y dar significado al resultado de las innumerables investigaciones en esta área que se están llevando a cabo.

### Qué y por qué enseñar —el problema del contenido por enseñar

Una de las cuestiones más antiguas de la didáctica de las ciencias se refiere al contenido que queremos enseñar y esa cuestión, a pesar de su antigüedad, aún provoca muchas discusiones principalmente cuando se trata de contestar ‘¿por qué enseñar el contenido propuesto?’.

Desde las últimas décadas del siglo XX, se fueron introduciendo modificaciones en los objetivos de la educación científica que han llegado a afectar la manera de entender el concepto de ‘contenido escolar’. Esas nuevas propuestas que en Brasil se plasmaron en los PCN —Parámetros Curriculares Nacionales— reflejaron toda una discusión internacional sobre el entendimiento de ese concepto.

Ahora se exige que la enseñanza consiga conjugar armoniosamente la dimensión conceptual del aprendizaje disciplinario con la dimensión formativa y cultural. Se propone enseñar ciencias desde la enseñanza sobre ciencias. El contenido curricular asume nuevas dimensiones con respecto al antiguo modo de entender el concepto de contenido. Ahora incluye, además de la dimensión conceptual, las dimensiones procedimentales y actitudinales, ésta representada por la discusión acerca de los valores del propio contenido.

La dimensión conceptual también sufre la influencia de los cambios culturales de nuestra sociedad; por eso asume particular importancia la actual reconceptuación de la enseñanza de las ciencias —el pasar de una concepción de enseñanza de ciencia pura para la concepción de Ciencias/Tecnología y Sociedad, CTS (Santos 2001, Gil *et al.*, 2002)— quiere decir que hoy ya no se puede concebir la enseñanza de ciencias sin vincularla a las discusiones sobre las modificaciones tecnológicas y sociales que esta ciencia infunde en nuestras sociedades.

En cuanto a la dimensión procesal, ya no se acepta transmitir a las próximas generaciones una

ciencia ‘cerrada’, de contenidos listos y acabados, 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 tuvieron gran influencia en muchos de los organizadores de currículo en cuanto a esta vertiente de definir el contenido que se pretende enseñar, y a partir de estas discusiones se introdujo en la enseñanza de ciencias el concepto de *aculturación científica* en contraposición con el de *acumulación de contenidos* científicos con perfil enciclopedista (Matthews, 1994).

Una enseñanza que busca la aculturación científica debe inducir a los estudiantes a construir su contenido conceptual participando del proceso de construcción, y darles la oportunidad de aprender a argumentar y ejercitar la razón en vez de ofrecerles respuestas definitivas, o de imponerles puntos de vista propios transmitiéndoles una visión cerrada de las ciencias. El tipo de enseñanza de ciencias que se quiere impartir debe ser coherente con una visión dinámica de lo que es ciencia y producción científica.

Entender el desarrollo del contenido por impartir en estos tres aspectos encausa la enseñanza hacia una finalidad cultural más amplia —dimensión de actitud— bastante relacionada con objetivos tales como democracia y moral que emanan de la toma de decisiones fundamentadas y críticas sobre el desarrollo científico y tecnológico de las sociedades.

Desde luego, el cambio del concepto de contenido —qué nuevo contenido de ciencias se debe enseñar— requiere modificar también el modo de desarrollar ese contenido en el trabajo en el aula.

### Cómo enseñar —el problema de las metodologías de enseñanza

Queremos proponer otro conjunto de ideas para organizar teóricamente las respuestas a la pregunta más frecuente que se plantean todos los profesores: cómo enseñar, es decir, ¿cómo planificar el trabajo cotidiano en clase de modo que se alcancen los objetivos propuestos? O dicho de otra manera: ¿cómo alcanzar en una secuencia de enseñanza (o incluso durante el desarrollo de toda una disciplina) las tres dimensiones del contenido?

Con la ampliación del concepto de contenido, y principalmente teniendo en cuenta la nueva postura de que enseñar ciencia incorpora la idea de enseñar sobre ciencia, el desarrollo de la metodología de

enseñanza ha recibido gran influjo de las reflexiones sobre filosofía de las ciencias y los trabajos que estudiaron su desarrollo histórico.

Aunque la reflexión teórica sobre la ciencia sea tan antigua como las mismas ciencias, solamente a principios del siglo XX se constituyó como disciplina académica independiente, con un perfil epistemológico propio y con un cuerpo profesional de investigadores. En este contexto, en los años veinte se formó una escuela de pensamiento filosófico denominado positivismo lógico. Esa primera época de la filosofía de las ciencias influyó bastante en la Didáctica de las Ciencias porque los modelos generados por el positivismo lógico constituyeron una primera formalización de las ideas de sentido común sobre la naturaleza de las ciencias y, por consiguiente, sobre cómo enseñar ciencias (Aduriz-Bravo *et al.*, 2002).

Una segunda época, en la línea de desarrollo del pensamiento filosófico, surgió con las obras que formularon críticas al positivismo lógico: eso empezó con Bachelard quien en 1938 publicó el libro *La formación del espíritu científico*, y con Popper en su *La lógica de las investigaciones científicas* de 1934; luego recibió un gran impacto con el libro de Kuhn *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), y duró hasta que al final de los años ochenta, la sociología de las ciencias absorbió el enfoque historicista iniciado por Kuhn. Estas líneas filosóficas influyeron directamente en casi la totalidad de los estudios sobre enseñanza de ciencias realizados a lo largo de las últimas décadas, los cuales buscaban soluciones para el problema de la construcción racional del conocimiento científico.

Sin embargo, al buscar soluciones para nuestro problema específico —que es: cómo organizar la construcción racional del conocimiento científico en aula— además de la influencia de la filosofía de la ciencia sobre las concepciones de lo que sea el mismo conocimiento científico, tenemos que pensar en el alumno instigado a aprender.

Al tratar de entender cómo aprenden los alumnos, la gran influencia teórica vino con las teorías constructivistas formuladas en el área de la psicología cognitiva, cuando éstas 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 las rupturas de dicho proceso. Las obras de Piaget brindaron herramientas teóricas importantes para que se entendiera el proceso de

aprendizaje en clase y aportaron una serie de conceptos bastante utilizados en las investigaciones en Didáctica de las Ciencias, como por ejemplo: desequilibración, acomodación, toma de conciencia.

También se descubrió 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; ese hallazgo trastornó la didáctica tradicional, que partía del presupuesto de que el alumno era una tabla rasa, o sea, que no sabía nada acerca de lo que la escuela pretendía enseñar.

Con el objetivo de conocer cómo los alumnos estructuraban sus concepciones empezaron a aparecer estudios, a partir de la década de los setenta, sobre las nociones o conceptos espontáneos en los más diversos campos del conocimiento.

Tales estudios profundizaron mucho en el área de la enseñanza de Física, e incluso en la literatura destinada a los profesores figuran libros y artículos que sistematizan los resultados obtenidos y presentan las principales concepciones espontáneas encontradas acerca de los contenidos impartidos en la escuela fundamental (básica) y media (secundaria). (Driver, Guesnes y Tiberghien, 1985; Scott, Asoko, Driver, 1998).

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

La primera, y quizá la más importante, tentativa de integrar las concepciones de la filosofía de las ciencias con la teoría cognoscitiva de Piaget y los estudios de concepciones espontáneas fue la de Posner, Strike, Hewson y Gertzog, en 1982, cuando publicaron el artículo "Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". Según los autores "sería necesario que el sujeto encontrara varias contradicciones o problemas sin solución en sus concepciones previas, como condición para acomodar un nuevo concepto, porque en esos momentos el sujeto se siente motivado a modificar y a reorganizar sus concepciones" (Posner *et al.*,

1982). Los autores sostienen que se deben cumplir algunas condiciones importantes antes de que ocurra la acomodación de una nueva concepción. Destacan cuatro condiciones comunes en la mayoría de los casos de acomodación, que obedecen al siguiente orden de etapas: insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad y utilidad.

A ese artículo le siguieron innumerables estudios que intentaron encontrar, en situaciones de enseñanza, cambios conceptuales en sus alumnos. Los datos empíricos obtenidos no alcanzaron los resultados esperados, pero a pesar de ello las hipótesis planteadas por los autores se aceptan hasta los días de hoy.

En un trabajo subsiguiente, Strike y Posner (1992) contestan varias críticas hechas a la teoría de 1982. Proponen un nuevo concepto, el de ecología conceptual, que no sólo determinaría las condiciones para el cambio, sino también sufriría simultáneamente las modificaciones para ajustar los nuevos significados. Este nuevo trabajo no alcanzó la resonancia del primero, y el concepto de ecología conceptual resultó muy amplio y de poca utilidad para describir la enseñanza y aprendizaje en el aula.

No podemos olvidar que la Didáctica de las Ciencias es el área que produce conocimiento sobre la enseñanza y aprendizaje en clase respecto a cierto contenido; así, para hacerle frente a ese trabajo cotidiano se nos presentan algunas preguntas: ¿de qué manera los estudios volcados a las concepciones espontáneas, esa colección de datos empíricos, pueden orientar el contenido de ese trabajo? ¿Cómo se relacionan los estudios, por ejemplo, con las actividades rutinarias del profesor de ciencia: las sistematizaciones teóricas, las prácticas de laboratorio, 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 —un modelo que responda a la cuestión de ¿cómo enseñar?— 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 que integre los distintos aspectos relativos a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias (Hodson, 1992). Además, debe incluir las ideas constructivistas 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 lo más cercana posible a los trabajos científicos, y sabiendo que en la actividad científica la “teoría”, las “prácticas de laboratorio” y los “problemas” sobre un mismo tema aparecen absolutamente entremezclados, es necesario que las propuestas para enseñar “teoría”, “prácticas de laboratorio” y “problemas” no sean diferenciadas.

Gil *et al.* (1999) describen los avances de la investigación y la innovación didácticas, en cada uno de estos tres campos separadamente. Y más, presentan un análisis de los trabajos demostrando su integración en un único proceso metodológico, en que la estrategia de enseñanza integradora en esos campos “es la que asocia el aprendizaje al tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que puedan suscitar el interés de los estudiantes”, pero en estos casos “el aprendizaje de las ciencias no se concibe como un simple cambio conceptual, sino como un cambio al mismo tiempo conceptual, metodológico y actitudinal”.

Como lo afirman Driver y Oldham (1986) quizá la implicación más importante 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 adquirir”.

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

la implicación más importante del modelo constructivista es concebir la Didáctica de las Ciencias Experimentales no como un conjunto de conocimientos y habilidades, sino como un programa de actividades en que las situaciones problemáticas abiertas puedan suscitar el interés de los estudiantes y mediante las cuales logremos un cambio al mismo tiempo conceptual, metodológico y actitudinal.

Buscamos alcanzar una coherencia entre los objetivos propuestos para el contenido por impartir (objetivos conceptuales, procesales y actitudinales) y el desarrollo metodológico de esta enseñanza a través de ese programa de actividades.

### **La relación entre didáctica de las ciencias y las prácticas de enseñanza**

En este apartado vamos a buscar las principales ideas para organizar las respuestas a dos importantes cues-

tiones: ‘¿cuál es el papel del profesor de ciencias?’ y ‘¿cuáles son los principales problemas en su formación?’. Estas dos cuestiones son bastante pertinentes si pensamos en la Didáctica de las Ciencias como una de las áreas importantes no sólo para la formación de nuevos profesores sino también en los cursos de formación continuada, que hoy son fundamentales.

Un primer punto por considerar es el propio papel del profesor a la hora de introducir una propuesta didáctica innovadora. Es necesario destacar su importancia. Aunque no se pueda ignorar la dinámica interna de construcción del conocimiento, ni se la pueda sustituir por una intervención pedagógica, tal intervención es importante y consiste esencialmente en crear las condiciones adecuadas para que la dinámica interna ocurra y vaya orientada en determinada dirección, según las intenciones educativas (Coll, 1996). La Didáctica sin una Práctica de Enseñanza equivalente pierde todo su significado. El pensamiento didáctico sólo resulta valioso si lo sigue una acción correspondiente por parte de los profesores en sus clases, una acción que produzca un aprendizaje en los alumnos.

La didáctica y la práctica de enseñanza son las dos caras de la misma moneda como lo son la enseñanza y el aprendizaje. Por eso, ningún cambio educativo formal tiene posibilidades de éxito sin la participación activa del profesor, o sea, si de su parte no hay una voluntad deliberada de aceptar y aplicar esas nuevas propuestas de enseñanza.

Los cambios propuestos en la Didáctica de las Ciencias no son sólo conceptuales, ellos abarcan también los campos actitudinales y procesales y ese proceso concierne al trabajo en clase. Al profesor no le basta con saber, también debe saber hacer (Carvalho y Gil, 2001).

No basta con *saber que* aprender es también apoderarse de un nuevo género discursivo, que es el género científico escolar, el profesor 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. Necesitan *saber crear* un ambiente propicio para que los alumnos comiencen a reflexionar sobre sus pensamientos, que aprendan a reformularlos con el aporte de los compañeros, que puedan mediar los conflictos a través del diálogo, y tomar decisiones colectivas.

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 al mundo real (Driver y Newton, 1997; Scott, 1997).

Para que se produzca un cambio en el lenguaje de los alumnos —pasando de un lenguaje cotidiano a un lenguaje científico— los profesores deben dar a los estudiantes la oportunidad de que expresen sus ideas sobre los fenómenos estudiados, en un ambiente alentador, para que ellos adquieran seguridad y se involucren con las prácticas científicas. Por eso es necesario crear un sistema para que los alumnos hablen en clase. Por medio de la elocución, además de tomar conciencia de sus propias ideas, el alumno también tendrá la oportunidad de ensayar el uso de un nuevo género discursivo, que comporta características de la cultura científica (Mortimer 1998; Capocchi y Carvalho, 2000).

Asimismo, es necesario que los profesores *sepan* construir actividades innovadoras para que los alumnos evolucionen en sus conceptos, habilidades y actitudes, pero también es necesario que *sepan conducir los trabajos de los alumnos* de modo que éstos alcancen realmente los objetivos propuestos. A menudo, el *saber hacer* en estos casos es más difícil que *el hacer* (planificar la actividad) y requiere todo un trabajo de asistencia y de análisis crítico de esas clases (Carvalho, 1996).

La Didáctica de Ciencias expresa intrínsecamente una relación de teoría/práctica. Si esa relación es importante para poder construir el contenido específico, esa misma relación se vuelve imprescindible por lo que respecta al dominio de los saberes de la Didáctica de las Ciencias.

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

indican ese mismo mecanismo para los conceptos educativos.

Muchos autores mostraron en sus investigaciones (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 se convierten en 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 es cuestión de una concienciación puntual solamente (como tampoco lo es la planificación de la enseñanza): hay que rechazar el tratamiento ateorico y plantear la Didáctica de las Ciencias como una (re)construcción de conocimientos específicos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En ese marco situamos la influencia de los estudios 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 al sujeto a pensar, en segundo grado, sobre sus propios procedimientos o procesos intelectuales, y, como lo demuestran esos autores, con esas actividades 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 las críticas y permite la descentración, y de esa manera se convierte en una actividad que favorece la búsqueda tendiente a la reelaboración didáctica.

Hay un gran problema en la formación de 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 se enfrenta a su clase (Trivelato, 1993).

Esa dicotomía, teoría *vs.* práctica, pone en tela de juicio los cursos de Didáctica de las Ciencias. Muchos estudios han planteado ese problema, y nosotros mismos nos hemos empeñado en estudiarlo (Abib, 1996; Darsie, 1998; Bejarano, 2001; Tinoco, 2000).

Una de las actividades de metacognición más eficaz en la formación de profesores es la que se despliega del análisis colectivo en las clases de Didáctica de las Ciencias, acerca de los videos 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 de Didáctica de las Ciencias, provocan un desequilibrio, pero a la vez son muy ricas, porque las imágenes en video nos dan condiciones concretas de analizar lo que sucede. Es el mismo fenómeno educativo visto desde otra dimensión, con lo cual se lleva a cabo un metaanálisis. Gracias a esas clases de discusiones colectivas, los alumnos/profesores se percatan de muchos aspectos de la relación entre la enseñanza y el aprendizaje o más frecuentemente, entre la enseñanza y el no aprendizaje (Tabachnik y Zeichner, 1999). Con esas experiencias metacognitivas alcanzaremos las condiciones para cuestionar la enseñanza tradicional proporcionando a los alumnos/profesores “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).

Si el objetivo es proponer un cambio conceptual, actitudinal y metodológico en las clases para que con esas mismas clases, los profesores consigan que sus alumnos construyan un conocimiento científico que no sea solamente el recuerdo de una serie de conceptos acabados, sino que abarque las dimensiones actitudinales y procesales ya discutidas anteriormente, tenemos que aprovechar esas actividades metacognitivas para alcanzar por lo menos tres condiciones:

1. 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; Trivelato, 1993; Adams y Krockover, 1997; Beach y Pearson, 1998; Hewson *et al.*, 1999).

La discusión de esas actividades nos lleva, invariablemente, a cuestionar las visiones simplistas del proceso pedagógico de enseñanza de las ciencias comúnmente centradas en el modelo transmisión-recepción y en la concepción empirista-positivista de las Ciencias (Silva y Schnetzler, 2000). Solamente tomando conciencia de esa dicotomía teoría-práctica, aquí representada por la diferencia entre lo que el profesor pretendía enseñar y cómo lo enseñó efectivamente, se podrá producir una desestructuración que es necesaria para que se produzca un posible cambio en su propuesta de enseñanza.

2. 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 efectuar cambios en “su didáctica” (Carvalho, 1999). La enseñanza basada en presupuestos constructivistas exige nuevas prácticas docentes y discentes, inusuales en nuestra cultura escolar. Introduce un nuevo ambiente de enseñanza y de aprendizaje, que presenta dificultades nuevas e insospechadas al profesor. Éste 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. Debemos estar listos para discutirlos teórica y prácticamente. Las discusiones colectivas, durante el curso, permiten percatarse 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.

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.

Incentivamos a los profesores a que experimenten esas actividades en sus clases y las registren (en video), para que sirvan como material de discusión y reflexión colectiva acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje; así la práctica pedagógica cotidiana se podrá concebir como objeto de investigación, como 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).

### Comentarios finales

Los tres grandes criterios teóricos estructurantes que presentamos —el contenido, la metodología y el papel de los profesores— configuran un mapa de los problemas que hemos de enfrentar para lograr estructurar una didáctica de las ciencias, o sea, una reflexión-acción para la enseñanza de las ciencias. En este sentido, tales criterios teóricos estructurantes constituyen una herramienta de análisis de las propuestas de enseñanza, pues permiten identificar el grado de complejidad y coherencia teórica intrínseca en cada una de ellas y, por ende, permiten evaluar sus calidades didácticas. ■

### 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, P. E. & Krockover, H. G., (1997). Concerns and Perceptions of Beginning Secondary Science and Mathematics Teachers, *Science Education*, 81, p. 29-50(a).
- Adúriz-Bravo, A; Izquierdo, M. y Estany, A. (2002). Una Propuesta para Estructurar la Enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el Profesorado de Ciencia en Formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465-476.
- Albadalejo, C. y Lucas, A. (1988). Pupils' meaning for mutation. *Journal of Biological Education*, 22(3), 215-219.
- Azcárate, P. (1995). Las concepciones de los profesores y la formación del profesorado. En: Blanco, L. J. y Mellado, V. (coord.). *La Formación del Profesorado de Ciencias y Matemáticas en España y Portugal*. Imprenta de la Excma. España: Badajoz, p. 39-48.
- Beach, R., & Pearson, D., (1998). Changes in Preservice Teachers' Perceptions of Conflicts and Tensions, *Teaching and Teacher Education*, 14(3), 337-351.
- Bejarano, N. R. R. (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, no. 1 (19), março, 1996, p. 5-13.
- Carvalho, A. M. (1988). Formação de Professores: o discurso

- críticoliberal em oposição ao agir dogmático repressivo. *Ciência e Cultura*, SBPC 41(5), p. 432-434.
- Carvalho, A. M. P.; 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.; Gonçalves, M.E.R. (2000). Formação continuada de professores: el vídeo como tecnología propulsora de la reflexión. *Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas*, São Paulo, v. 111, p. 71-88.
- Carvalho, L. M. (1989). O pensamento animista em crianças e adolescentes em idade escolar. *Revista da Faculdade de Educação*, FEUSP, v. 15, no. 1, p. 35-48.
- 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.
- Drive, R.; Leach, J.; Millar, R. e Scott, P. (1996). *Young people's image of science*. Bristol: Open University Press.
- 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. y Hacking M.W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry, Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Gil, D. et al., (2002). Trabalho publicado na revista da OEL.
- 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-Perez, D.; Furio, C.; Valdes, 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*, 17(2), 311-321.
- Halden, O. (1989). The Evolution of Species: pupils perspectives and School perspectives. *International Journal of Science Education*, 10(5), 541-552.
- Hewson, P. W. e Hewson, M. G. (1987). Science teachers' conceptions of teaching: implications for teacher education. *International Journal of Science Education*, 9(4), 424-444.
- Hewson, P. W. y Hewson, M. G. (1988). On appropriate conception of teaching Science; a view 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.
- Khalick y Lederman N. G. (2000). *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 Research 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, p. 26-34.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching - The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Rutledge.
- Mortimer, E. F. (1998). Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, 20(1), 67-82.
- 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 Didáctica de las Ciencias, Barcelona, Espanha, Setembro de 2001.
- Schön, D. (1992). Formar Professores como Profissional Reflexivo, In Nóvoa A. *Os Professores e a sua Formação*. Dom Quixote. Portugal. p. 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 to scientific knowledge. *Atas do 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, 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.
- Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W.; Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Strike, K.A.; Posner, G.J. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In: Duschl, R. & Hamilton, R. (eds). *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. Albany (NY): SUNY Press.
- 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.
- Tinoco, S. C. (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), 430-452.
- Zeichner, K., (1993). *A Formação Reflexiva dos Professores: Ideias e Práticas*. Educa. Lisboa.