

## LA FORMACION DE PROFESORES Y EL ENFOQUE CTS

SÍLVIA LUZIA FRATESCHI TRIVELATO\*

### Resumen

Actualmente constatamos una demanda de cambios en la enseñanza de ciencias que contemplen la forma como hoy en día se produce y se entiende el conocimiento científico. Paralelamente, observamos también alteraciones curriculares que no tienen como único propósito el trabajo conceptual, sino también la valoración del desarrollo de procedimientos y actitudes. Dichas transformaciones coinciden con los enfoques CTS, cuyo objetivo es orientar socialmente la enseñanza de ciencias y centrarla en el estudiante. Discutimos aquí cómo los profesores se colocan frente a esas nuevas atribuciones y proponemos algunos tópicos que podrían dirigir acciones orientadas hacia la formación de docentes.

### *Abstract*

*We recognize a demand for modifications in Science Teaching that would express the way scientific knowledge is produced and understood today. We also observe curriculum changes that have increased the value of developing procedures and attitudes besides developing conceptual work. These innovations agree with CTS approach, which indicates that Science Teaching should be socially guided and focused on the student. We discuss how teachers face those new tasks and propose some subjects that could guide actions planned to Teacher Education.*

---

\* Facultad de Educación. Universidad de São Paulo.

## La enseñanza de ciencias y el enfoque CTS

La manera como se han enseñado las asignaturas científicas en las escuelas está relacionada a una visión de ciencia. Se la considera objetiva, exacta, neutra, imparcial y no sometida a intereses externos. Las prácticas educativas refuerzan esa idea cuando atribuyen al conocimiento científico la capacidad de alcanzar la *verdad*, cuando lo encaran como la forma *correcta* de explicar las cosas (González y otros, 1997; Trivelato, 1993). El conocimiento científico que llega a la escuela es visto como el producto de un proceso que ocurre sin controversias, sin disputas, sin divergencias. Son raras las situaciones en las cuales se puede evidenciar la relación entre producción de conocimiento e intereses y tendencias de otros ámbitos no científicos, así como son escasas las situaciones en las que las suposiciones teóricas que orientan la experimentación científica son evidentes. Incluso la investigación experimental que ocurre en situaciones escolares está íntimamente impregnada de esa visión de ciencia. El método científico, basado en la observación, hipótesis, experimentación y teoría, es presentado como una secuencia lineal prácticamente irrefutable. Los conceptos obtenidos mediante este método son los que se deben enseñar, puesto que tienen el reconocimiento de la ciencia. En los programas escolares se asocia con frecuencia la ciencia a la idea de progreso y de mejora de la calidad de vida, con propósitos universales. La visión empírica de ciencia, una tendencia de la mayoría de los profesores, se caracteriza por tres principios: el principio de la neutralidad y autenticidad, el principio de la veracidad y el principio de la superioridad (Porlán y Martín del Pozo, 1996).

Actualmente, quienes están más inmersos en actividades científicas ya no suponen la completa neutralidad de esas actividades, ni creen en la existencia de un método específicamente adecuado para producir conocimiento científico, basado en formular hipótesis, experimentar, buscar leyes y llegar hasta teorías generales. La forma como analizamos y comprendemos la producción científica actual nos lleva a suponer que los científicos, cuando preparan un experi-

mento, ya tienen esbozada la respuesta. Esto quiere decir que, tanto las hipótesis que formulan como la interpretación que dan a los datos obtenidos se hacen a partir de un marco conceptual (Izquierdo, 1996).

La ciencia que se practica en estos días y principalmente las condiciones sociales y económicas en que vivimos nos obligan a rever la visión de ciencia presente en los currículos escolares. La realidad que existe fuera de las escuelas comprueba la existencia de valores representativos de diferentes grupos sociales, por lo que los propósitos científicos pierden su supuesto carácter de universales. Si durante el aprendizaje se lleva al estudiante a indentificar lo verdadero, diferenciando lo correcto de lo incorrecto y el bien del mal, fuera de la escuela éste encuentra varias versiones que pueden ser consideradas correctas, de acuerdo con los diferentes puntos de vista o valores.

La ciencia se presenta hoy como un cuerpo de conocimientos en construcción y en constante modificación y cuestionamiento; su avance se considera un proceso discontinuo y sus teorías son construcciones humanas que, como tales, están sometidas a las mismas eventualidades que afectan a otras actividades humanas (falibilidad, competencia, vanidad, intereses, dependencia económica, entre otras).

Como ya ocurrió en otros momentos, quienes se dedican a la enseñanza de las ciencias procuran adecuar sus métodos educativos a las necesidades de los grupos que la promueven. La enseñanza de las asignaturas científicas requiere transformaciones o, por lo menos, cuestionamientos que respondan a las modificaciones sociales, a la creciente diversificación cultural de la sociedad, al impacto tecnológico, a los cambios en el mercado de trabajo y a las mismas transformaciones de la ciencia.

Por un lado, factores como la industrialización, el desarrollo científico y tecnológico, la urbanización y la ampliación del alcance de los medios de comunicación provocan impactos en el currículo escolar. Por otro lado, la propia dinámica de la ciencia, principalmente en períodos de expansión del conocimiento, cuando ocurren grandes

cambios conceptuales y de paradigmas (Krasilchik, 1988) influye en la necesidad de actualizar los programas escolares.

El marco en que se encuadra la enseñanza de las ciencias se caracteriza por una gran distancia entre lo que se hace en la escuela y las necesidades de los ciudadanos de una sociedad postindustrial (Hart y Robottom, 1990). Para poder disminuir dicho distanciamiento, se deben realizar esfuerzos para que los ciudadanos entiendan qué es la sociedad orientada hacia la ciencia y la tecnología; en otras palabras, desarrollar competencias, incluyendo las trabajadas por el currículo manifiesto y por el currículo oculto, que sean las apropiadas para inserir a quienes egresan de la escuela en el mercado de trabajo, que hoy tiene una gran influencia de la tecnología y del avance de la ciencia.

Aunque pueda parecer que tales preocupaciones se aplican más a países desarrollados que invierten en ciencia y tecnología y que buscan retroalimentarse de dicha inversión en la industria, la salud, el consumo, etcétera, las mismas también son pertinentes en países que tienen el objetivo de construir y consolidar la democracia.

Morin (1992) utiliza la expresión “déficit democrático” al hablar acerca de cómo se nos coarta el derecho de pensar y el derecho de hablar. Al dejar en manos de técnicos y especialistas las decisiones acerca de todos los problemas que implican componentes técnicos, estamos alejándonos de la democracia, puesto que se está delegando las decisiones a un grupo muy restringido, por considerar al ciudadano incompetente para tales decisiones, ya que no comprende nada sobre ciencia o tecnología. Los problemas fundamentales que enfrenta la sociedad están relacionados a las ideas y es necesario que se los discuta aunque no se conozcan los detalles técnicos.

La incorporación de dichos objetivos o responsabilidades a la enseñanza de las ciencias surge como una tendencia en publicaciones desde la década de los ochenta. Aikenhead (1980), reconociendo que la mayoría de los estudiantes no necesita de un entrenamiento preprofesional en ciencia, considera que un currículo con más rele-

vancia respecto a los aspectos personales y sociales sería más apropiado para alumnos que serán futuros “consumidores” de ciencia y no tanto “productores” de ciencia.

Este tipo de orientaciones son vistas como una posible solución a la *crisis* que afecta la enseñanza de las ciencias (Hodson y Reid, 1988); se empieza así a dar valor a los propósitos orientados hacia la alfabetización en ciencia, la preparación para la ciudadanía y las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Se delega de ese modo a la enseñanza de ciencias las funciones de desarrollar la racionalidad y de capacitar a los futuros ciudadanos para que tengan una participación activa y significativa en el proceso democrático de toma de decisiones. Para esto, todos los ciudadanos deberán comprender las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad, así como deberán tener la habilidad de evaluar de forma inteligente las actividades tecnológicas y científicas en el contexto moderno. En otras palabras, la enseñanza de ciencias deberá desarrollar la capacidad de los estudiantes para “resolver problemas” y “tomar decisiones” relacionadas a CTS y a las otras situaciones que enfrentarán como ciudadanos (Zoller y otros, 1991).

Las tendencias curriculares más modernas pueden ser resumidas en dos puntos básicos: orientar socialmente la enseñanza de las ciencias y centrarla más en el estudiante. Asociadas a esos puntos están las corrientes que se identifican como alfabetización científica, ciencias para todos, ciencia pluralista, ciencia multicultural, movimiento ciencia-tecnología-y sociedad y la influencia de los llamados temas transversales (Membela, 1997).

Cuando pensamos en las asignaturas científicas como elemento formador de ciudadanos críticos, reconocemos su importancia y su actual ineficacia: el avance de la ciencia moderna despierta el interés de varios sectores de la sociedad y es divulgado a través de los medios de comunicación; sin embargo, en general no está presente en los currículos.

A pesar de que desde hace muchos años se discuten las propuestas y recomendaciones para que se integre la relación entre ciencia, tecnología y sociedad a las actividades curriculares de la escuela primaria y media, aún son tímidas las iniciativas para concretizarlas.

Es cierto que durante los últimos años los temas ligados a los problemas ambientales han estado muy presentes en las escuelas. De igual forma, los adelantos en ingeniería genética, tales como la obtención de hormonas industriales, fármacos y proteínas vegetales mediante la alteración del patrimonio genético de bacterias, la creación de organismos transgénicos, el clonaje de animales, la corrección de fallas congénitas (Jouve, 1996) y otros tantos temas relacionados a la ciencia y a la tecnología han sido muy frecuentes en las clases. Sin embargo, dicha situación no es exactamente un indicio de que esté ocurriendo un tratamiento de los asuntos relacionados a CTS. Aunque los temas están íntimamente relacionados con estos asuntos, se les da un tratamiento que generalmente está basado en un abordaje informativo, el cual no contempla las implicaciones del uso y aplicación de tales recursos. En las clases prevalece la apreciación y el punto de vista del profesor, cuyas opiniones adquieren con frecuencia el mismo *status* de conocimiento escolar, o incluso hasta científico (Trivelato, 1993). No existe la preocupación de promover actividades en las cuales se exija a los alumnos que tomen posiciones y que construyan juicios de valor. De esta manera, aunque el tema sea extremadamente favorable, no podemos considerar que se esté dando lo que podríamos llamar una preparación para la toma de decisiones o para el ejercicio de la ciudadanía.

Creemos que ese cambio en la visión de ciencia y tecnología corresponde tal vez a la dimensión de lo que se pretende alterar en la enseñanza de ciencias. En otras palabras, al considerar que la producción científica y tecnológica está sujeta a las fuerzas que rigen la sociedad, a los intereses económicos, políticos, sociales, morales y éticos, se elimina la imagen del científico-individuo, motivado por una curiosidad “pura” y desvinculado de un contexto que impone una necesidad, que crea demandas, hace presión, juzga y opta. En

caso de que esta concepción de actividad científica sea transformada, también deberá cambiar la relación de los ciudadanos con los asuntos que involucran a la ciencia. Si en un determinado momento creemos que ciertos temas pueden ser resueltos mediante el conocimiento de especialistas, es natural que, bajo esas circunstancias, deleguemos las decisiones a los mismos o a gobernantes que cuentan con su apoyo. Si creemos en cambio que los especialistas y el conocimiento que producen están también sujetos a diferentes visiones y valores, entonces debemos sentirnos más involucrados y responsables de las decisiones que son tomadas.

Entre las cuestiones que se postulan actualmente como demanda para la enseñanza de las ciencias y principalmente para el tratamiento de los asuntos relacionados a CTS, no están solamente aquellas que se refieren directamente a los conceptos implicados, sino también a los procedimientos, al desarrollo de actitudes y valores y a la preparación para la toma de decisiones.

### **Tipos de contenidos de la enseñanza de ciencias y CTS**

La inclusión de tres tipos de contenidos en los currículos (conceptos, procedimientos y actitudes), refleja una postura que, en el caso de las asignaturas científicas, puede ser relacionada con la evolución de la enseñanza de ciencias en las últimas décadas. Hasta los años sesenta, el objetivo primordial de la enseñanza eran los conceptos, las leyes, las teorías científicas. La influencia del positivismo, marcante desde entonces, desvía el énfasis casi por completo hacia los procesos de la ciencia, que se volvieron el eje central de la enseñanza (Martín-Díaz y Bacas, 1996; Krasilchik, 1987). Más recientemente se observa la preocupación de que se contextualice el conocimiento científico en la realidad actual, de que se responda *para qué* es importante el aprendizaje de las ciencias. Esta preocupación justifica la inclusión de las actitudes como uno de los tipos de contenidos que deben ser objeto de la enseñanza de las ciencias (Coll, 1988).

El abordaje de los asuntos relacionados a CTS no puede prescindir de ninguna de las tres clases de contenidos. Desde el punto de vista de los hechos y de los conceptos, existe una necesidad de actualizar y considerar los asuntos y principios que están más directamente relacionados a las aplicaciones del conocimiento científico y tecnológico.

Con relación a los procedimientos, podemos decir que son tal vez los contenidos más fuertemente ligados a la visión de ciencia que el currículo transmite. La ciencia, concebida como neutra y no vinculada a una ideología, que basa el pensamiento y el trabajo científico fundamentalmente en la observación, que considera como científico solamente lo que es posible experimentar y que considera que todas las ciencias tienen la misma estructura lógica (Martín-Díaz y Bacas, 1996), se ve reflejada en los procedimientos valorados en el currículo, en la planeación y diseño de las actividades experimentales, en la conducción y evaluación de las investigaciones, en la forma de presentar las formalizaciones y conclusiones de los científicos, en el modo de presentar el conocimiento y en las relaciones que se establecen entre conocimiento, profesor y alumnos. Cuando la ciencia es considerada una *representación* de la realidad, las teorías y modelos científicos asumen el papel de *imágenes* que reflejan la realidad, y por lo tanto, no se sujetan a condicionamientos políticos, sociales o económicos. En contraposición, la visión de ciencia que se busca cuando se van a discutir temas relacionados a CTS considera el conocimiento científico como una *interpretación* de la realidad; esa visión se asocia a procedimientos basados en cuestionamientos continuos, en la no consideración de los datos experimentales como verdades absolutas, sino sujetos a la influencia de las teorías de quien está experimentando.

En lo que se refiere a las actitudes, señalamos la fuerte asociación con los asuntos relacionados a CTS. Aunque exista la tendencia a creer que la mayoría de problemas personales, sociales, naturales y técnicos pueden ser resueltos por una ciencia apropiada, la existen-

cia de recomendaciones encontradas, defendidas por especialistas de posturas opuestas (ingestión de grasas, reposición hormonal, aerosol con freon, fluoración del agua, plantas transgénicas, cirugías genéticas, entre otros), han evidenciado que no se puede esperar de la ciencia un conocimiento objetivo y sin controversias. Las diferencias y conflictos detectados entre los científicos reflejan distintos valores y prioridades; éste es un punto que las informaciones técnicas no logran solucionar. La diferencia entre los puntos de vista sobre temas que involucran valores no se termina con la presentación de más informaciones, ya que la información en sí implica un punto de vista político e ideológico; la producción y presentación de informaciones científicas involucra, inevitablemente, juicios de valor. Así, queda clara la importancia de los contenidos relativos a las normas, valores y actitudes cuando se trata de tópicos relacionados a CTS.

### **Los profesores y CTS**

Los profesores enfrentan estas demandas con cierta resistencia e inseguridad. A pesar de que reconocen la importancia de los contenidos sobre ciencia y tecnología para que sus alumnos participen en la vida social y política del país, interpretan dicha participación en una dimensión individual; no los ven tomando decisiones e interfiriendo en los caminos de la sociedad, aprovechando para eso el conocimiento desarrollado en la escuela. No se sienten preparados para dar clases acerca de las relaciones CTS. Rara vez incluyen tales temas y, cuando lo hacen, no tienen la expectativa de involucrar a los alumnos en discusiones y análisis de los diferentes puntos de vista; limitan el tratamiento de dichos contenidos a los aspectos técnicos y conceptuales del tema abordado. Se sienten atados a las estructuras curriculares más tradicionales, las cuales se ven reflejadas en los diferentes aspectos escolares: materiales didácticos, exámenes de ingreso, expectativas de los padres de familia y de los alumnos, orientaciones institucionales, etc. Demuestran además dificultad para proponer y conducir situaciones y actividades pedagógicas que deman-

dan mayor participación de los alumnos. Los ambientes “indisciplinados”, muy frecuentes y que gran parte de los profesores no sabe cómo enfrentar, acaban por suscitar posturas autoritarias, incompatibles con la delegación a los alumnos de su parte de responsabilidad durante el proceso de aprendizaje. Los profesores también declaran que enfrentan problemas considerados prioritarios, como la calidad de las interacciones que se establecen en la escuela, la pasividad de los alumnos y su resistencia a cambiar de actitud, de cuya solución y superación depende la posibilidad de pensar en alteraciones curriculares (Trivelato, 1993).

La inclusión de CTS en los currículos escolares significa un cambio con relación a la situación actual. Como todo proceso de transformación curricular, depende fundamentalmente de la adhesión de los profesores involucrados.

Los cursos de formación y capacitación de profesores pueden participar en la construcción de competencias. Presentamos a continuación un conjunto de tópicos que consideramos relevantes para la formación de profesores, especialmente dentro de la visión que toma en cuenta la inclusión de asuntos relacionados a CTS en los currículos escolares. No obstante, muchas de estas recomendaciones no tienen un carácter específico para CTS y podrían aplicarse a cualquier tentativa de mejorar los cursos de ciencias.

### *Conocimiento de la asignatura*

El dominio de los contenidos de la asignatura que se pretende enseñar parece ser un tópico común a los diferentes modelos de profesor (Gil y Carvalho, 1995; NABT, 1990; NCRTL, 1992). Creemos que ésta es una de las cualidades imprescindibles para un buen desempeño docente; sea cual sea la orientación adoptada, el dominio y la seguridad con relación a los contenidos permiten que el profesor tenga la percepción de lo fundamental y lo superfluo, de lo generalizable y lo particular, de lo que puede ser considerado un principio

dentro del área, de lo relevante, de lo que está integrado a otras áreas. Durante la observación y convivencia con profesores en formación y otros con experiencia, hemos percibido que cuando el docente no conoce profundamente el tópico que está desarrollando con los alumnos, es decir, cuando no domina los conceptos involucrados, no establece relaciones con otros tópicos del área, no encuentra ejemplos de aplicación, etc. Este actúa de manera superficial, procura hacer formalizaciones, da énfasis a la memorización, se desvía de situaciones que representen la aplicación del conocimiento en cuestión y evita así modalidades didácticas que susciten dudas y cuestionamientos por parte de los alumnos.

Los procedimientos de esa naturaleza no permiten que el alumno tenga una participación intelectual más exigente, que relacione el contenido que se está planteando con las aplicaciones de dicho conocimiento en la vida cotidiana y en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Incluso los procedimientos didácticos se ven seriamente comprometidos cuando no existe una vasta comprensión de los contenidos. ¿Cómo seleccionar la mejor actividad para desarrollar un determinado tema si éste no es conocido profundamente? ¿Cómo planear una modalidad didáctica o preparar material didáctico si no se tiene la habilidad de discriminar lo esencial? ¿Cómo orientar las actividades de los alumnos si no se conoce a dónde se espera que ellos y ellas lleguen? ¿Cómo implementar una metodología más participativa si se temen las preguntas que los alumnos puedan formular?

En ese sentido, los cursos de formación no pueden prescindir de un currículo que además de consolidar una base conceptual fuerte sobre la asignatura, enfatice también lo que puede ser considerado esencial, los principios generales de esa área del conocimiento.

Obviamente no se espera que esos cursos suministren todo el conocimiento conceptual que el docente utilizará durante su carrera profesional. Lo que se enfatiza en este tópico es la necesidad de una formación que otorgue seguridad respecto a los conceptos del área y

que prepare al profesor para que éste busque medios de actualización y perfeccionamiento.

A través de la convivencia con profesores que están en formación, algunos de los cuales participan en proyectos de investigación a nivel de grado o postgrado, hemos observado que el conocimiento más íntimo de ciertos asuntos acaba por generar, en casos de docencia para la escuela primaria y media, acciones más interesadas e interesantes. El repertorio de recursos y alternativas de trabajo se amplía y la familiarización con los resultados más actuales de un área permite un abordaje actualizado y la divulgación de las investigaciones recientes. De esa manera, el entusiasmo del profesor se hace evidente y los temas son bienvenidos e incluso gratificantes. El docente evita la simple repetición del libro de texto y espera de su alumno algo más que una simple repetición de lo que se dice en la clase; él es capaz de seleccionar lo que se enseñará con base en criterios definidos por él mismo. Esto nos hace creer aún más en la importancia del conocimiento para un profesor, no sólo de los fundamentos de la asignatura, sino mediante un compromiso constante con las actualizaciones en el área. Gracias también a la seguridad conceptual, el profesor deja muchas veces de depender del libro didáctico; esto le provee de mayor autonomía y responsabilidad en la realización del currículo.

#### *Actitud positiva para cuestionar y rever su práctica*

Tanto en el momento en que se sugiere el crecimiento profesional desencadenado por la participación en congresos y seminarios, asociaciones de clase y cursos de perfeccionamiento (NABT, 1990), como cuando se sugiere el cuestionamiento del pensamiento docente espontáneo (Gil y Carvalho, 1995), observamos la necesidad de que el profesor encare el desafío de evaluar su actuación y que considere la posibilidad de cambiar su postura de trabajo, de rever sus conceptos de enseñanza-aprendizaje y de comparar las críticas que él mismo hace a la “enseñanza tradicional” y sus propios procedimientos.

Crear que un cambio en el modo de desempeño de sus funciones puede tener un efecto positivo en el resultado de su trabajo y principalmente estar dispuesto a arriesgarse a un cambio en dicho sentido constituye una de las condiciones necesarias para que el profesor pueda llevar a cabo innovaciones curriculares, no solamente reconociendo las limitaciones eventuales sino también invirtiendo en su propia superación. Esto implica que el profesor realice una evaluación real del éxito de los alumnos en su asignatura y que intente identificar las posibles causas del fracaso, discriminando aquellas que, aunque no se relacionen directamente con su desempeño, pueden ser transformadas, gracias a su contribución, aquellas que dependen de la orientación que él da a su práctica de docente.

Los profesores manifiestan frecuentemente su disposición cuando buscan recursos para mejorar su desempeño profesional. Es nuestra responsabilidad, así como la de todos los que están involucrados en la formación de profesores y en investigación al respecto, buscar la mejor forma de convertir esa insatisfacción en potencial para mejorar la enseñanza.

Mas allá de una recomendación que pueda ser implementada a nivel académico, hace falta que la perspectiva de crecimiento profesional basado en la autocrítica y en la reformulación de prácticas y posturas, sea valorada por el sistema educativo, de forma que se creen espacios, condiciones e incentivos para que los profesores logren mantener una actitud positiva para cambiar y mejorar su práctica tradicional.

*Involucrar y reconocer que el alumno forma parte del proceso de enseñanza-aprendizaje*

Entre los ejemplos de pensamiento docente espontáneo (Gil y Carvalho, 1995) está el atribuir a factores externos las fallas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Quizá podríamos incluir también como ejemplo la atribución al alumno de la responsabilidad so-

bre el éxito o fracaso de dicho proceso. Es común escuchar comentarios de docentes y de pasantes que afirman que el profesor explicó muy bien un determinado tema, pero que, aún así, una buena parte de los alumnos no entendió. Afirmaciones como estas separan la responsabilidad del educador –enseñar– de la del alumno –aprender. Estas ideas revelan un desconocimiento de las teorías sobre aprendizaje de ciencias y la inexistencia de un análisis crítico de la enseñanza habitual. Es necesario además mirar el proceso de enseñanza-aprendizaje bajo el punto de vista del alumno; cuáles son las condiciones que presenta, cómo puede involucrarse en el proceso, cuáles son sus ideas, sus intereses, etc.

Otro aspecto que podemos incluir en este tópico se refiere a qué tipo de alumnos queremos formar, es decir, cómo nos gustaría que ellos fueran al terminar la escuela, cuando desempeñen actividades profesionales, cuando lleven a cabo sus funciones de ciudadanos. Los tópicos relacionados a CTS nos dan particularmente la oportunidad de considerar que la relación del alumno con el objeto de conocimiento es un valor curricular que ocupa un lugar destacado en una escala de prioridades. Es el alumno, más allá del *programa*, quien debe ser el centro de preocupación del profesor y hacia donde éste debe dirigir sus esfuerzos.

### *Preparación y realización de actividades transformadoras*

Esta es una competencia que reúne otras esbozadas en los tópicos anteriores. La preparación, selección y conducción de actividades nos parece una condición importante para integrar el conjunto de características que procuramos desarrollar para la formación de un buen profesor, que sea capaz de desarrollar un currículo que tome en cuenta las relaciones CTS.

Encontrar la mejor forma de trabajar un asunto determinado puede ser una habilidad clave para alcanzar los complejos objetivos de la labor educativa, tanto en lo que se refiere a la adquisición y elabo-

ración de conceptos por parte de los alumnos, como en lo que respecta a las otras capacidades, que también son motivo de preocupación en la enseñanza formal de las diferentes asignaturas –raciocinio, capacidad de síntesis, habilidad para solucionar problemas, capacidad de hacer juicios y evaluaciones, preparación para la toma de decisiones, etc.

Cuando se trata del desarrollo de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, aumenta especialmente la importancia de este tópico. El profesor debe tener la habilidad de preparar o escoger actividades orientadas específicamente para ese fin u otras que, aunque nazcan de prioridades diferentes, incluyan la discusión de las relaciones CTS. Aunque la organización curricular haya sido elaborada a partir de otros criterios, es necesario que se contemple esta dimensión de análisis si se pretende desarrollar un currículo de acuerdo con las tendencias y necesidades actuales.

Entre dichas tendencias, la interdisciplinariedad y la transversalidad de temas curriculares aparecen tanto en los textos teóricos como en los documentos y proyectos curriculares. Ambas dependen necesariamente de las competencias y habilidades de los profesores para aprovechar situaciones diversas y así lograr sus propósitos.

El modo de conducir las actividades con los alumnos tiene especial importancia cuando se valora la participación de éstos en la construcción de su conocimiento. Hacer la pregunta adecuada, promover condiciones de respuesta, aclarar los procedimientos y considerar los resultados y contribuciones particulares, son ejemplos de actitudes que pueden significar el éxito o no del alumno durante el aprendizaje.

#### *Direccionar el trabajo educativo hacia la preparación de la ciudadanía*

La preparación para la ciudadanía nos parece la competencia que merece más énfasis en este artículo, especialmente por tratarse de un aspecto de difícil definición. Encarar la preparación para la

ciudadanía como una competencia del trabajo educativo implica, en principio, considerar a la escuela como comprometida con la vida futura del estudiante y, más aún, implica un juicio sobre lo que es ciudadanía. Sin duda, este juicio no es común a todos los profesores ni a todas las escuelas y, por lo tanto, no existe un consenso sobre la definición de qué ciudadanía buscamos desarrollar.

Creemos que, dentro de este objetivo, debemos buscar actitudes cuyo objetivo sea capacitar a los estudiantes para actuar con el fin de mejorar su calidad de vida, lo que incluye aspectos individuales, de su comunidad e incluso mundiales. De esta forma, se justifica también la necesidad de relacionar el currículo con la vida cotidiana del joven, procurando, siempre que sea posible, dar significado a los temas tratados en la escuela.

Si el concepto de ciudadanía que adoptamos está vinculado a un proyecto de democracia, debemos preocuparnos también de la preparación de los estudiantes para la toma de decisiones. Esto requiere el tratamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, el reconocimiento de la existencia de valores que están implicados en esas relaciones y la preparación de los alumnos para encarar sus propios valores. La elección de alternativas que representen la mejora de la calidad de vida para la mayoría de la población implica el reconocer que la opción debe ser tomada por esa mayoría; en los asuntos que respectan a la ciencia, las decisiones tienden a ser más acertadas cuanto mayores sean los conocimientos que la población tenga sobre ciencia.

Creemos que estas habilidades se suman a las competencias del profesor y que contribuyen al desarrollo del trabajo en las asignaturas científicas, en el abordaje de las relaciones CTS y, de modo general, en la compleja labor de educar.

## Bibliografía

- Aikenhead, G.S.** (1980). *Science in social issues: implications for teaching*. Science Council of Canada, Ottawa, 1980. En: Gaskell, P.J. Science education for citizens: Perspectives and issues. *Studies in Science Education*. 9.33-46.
- Coll, C.** (1988). *Psicologia e Currículo*. São Paulo: Atica.
- Gil, D. y Carvalho, A.M.P.** (1995). *Formação de professores de ciências*. São Paulo: Cortez.
- González, J.F. y otros** (1997) ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? *Alambique- Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 12. 87-99.
- Hart, E.P. y Robottom, I.M.** (1990). The science-technology-society movement in science education: a critique of the reforms process. *Journal of Research in Science Teaching*, 27: 575-588.
- Hodson, D. y Reid, D.J.** (1988). –Science for all– motives, meanings and implications. *School Science Review*. 69 (249). 653-661.
- Izquierdo, M.** (1996). Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. *Alambique- Didáctica de las Ciencias Experimentales* 8.7-21.
- Jouve, N.** (1996). Avances en genética y su utilización en la enseñanza no universitaria. *Alambique– Didáctica de las Ciencias Experimentales*.10.69-78.
- Krasilchik, M.** (1987). *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária/EDUSP.
- Krasilchik, M.** (1988). Ensino de ciências e a formação do cidadão. *Em Aberto*.7.40.
- Martín-Díaz, M.J. y Bacas, P.** (1996). El currículum actual en ciencias y la incorporación de nuevos temas. *Alambique- Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 10. 11-28.
- Membriela, I.** (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique- Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 8.37-44.

- Morin, E.** (1992). *A construção da sociedade democrática, após a queda do socialismo dito real e o papel da educação e do conhecimento para a formação do imaginário do futuro*. Conferencia proferida en el *Seminário Internacional sobre aprendizagem*, Porto Alegre, Brasil (mimeografiado).
- NABT (National Association of Biology Teachers)**. (1990). *Biology teaching standards and characteristics of an outstanding biology teacher* (Mimeografiado).
- NCRTL (National Center for Research on Teacher Learning)**. (1992). *Draft statement: This kind of teaching*. Michigan State University (mimeografiado).
- Porlán, R. y Martín del Pozo, R.** (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique- Didáctica de las Ciencias Experimentales* 8. 23-32.
- Trivelato, S.L.F.** (1993). *Ciência/Tecnologia/Sociedade – Mudanças curriculares e formação de professores*. Tesis de doctorado. Universidade de São Paulo, Brasil.
- Zoller, U. y otros** (1991). Teachers' beliefs and views on selected science-technology-society topics: a probe into STS literacy versus indoctrination. *Science Education*. 75 (5). 541-561.

## **Sílvia Luzia Frateschi Trivelato**

### ACTIVIDAD PROFESIONAL

- Profesora del Departamento de Metodología de la Enseñanza y Educación Comparada de la Facultad de Educación de la Universidade de São Paulo (USP).
- Profesora de la cátedra “Práctica de la Enseñanza de Ciencias Biológicas”, como parte de la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas.
- Profesora de la cátedra “Metodología de Enseñanza para la Escuela Primaria y Media – Ciencias”, como parte de la carrera de Pedagogía.
- Profesora y orientadora del Programa de Pos-graduación en Educación -área temática “Enseñanza de Ciencias y Matemática” en la Facultad de Educación de la Universidade de São Paulo.

### FORMACION ACADEMICA

- Licenciada en Ciencias Biológicas. Instituto de Biociencias de la Universidad de Sao Paulo.
- Masterado en Biología. Instituto de Biociencias de la Universidad de Sao Paulo.
- Doctora en Didáctica. Facultad de Educación de la Universidad de São Paulo.

### DIRECCION LABORAL

Faculdade de Educação  
Avenida da Universidade 308 – Cidade Universitaria  
São Paulo – SP – CEP: 05508-900 – Brasil  
Tel: (005511) 818-3099, ramal 259  
Fax: (005511) 815-0297  
Correo electrónico: slftrive@usp.br