

## LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ANTE LAS TRANSFORMACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

### *THE CHEMISTRY TEACHING BASED ON SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL TRANSFORMATIONS*

Verónica Andrea Catebiel\*  
verocatebiel@unicauca.edu.co

#### ABSTRACT

In the last time, important changes was produced in scientific-technological development. The pedagogical work has to be framed in a didactical focus, oriented to analyze the links between science, technology and society. Therefore, chemistry education requires a conceptual change in the different actors of teaching and learning process, activities that will permit to come the gap between the epistemological theories and the educational strategies in science and technology education.

**Key words:** chemistry education, science, technology and society, epistemological theories, educational strategies.

#### RESUMEN

En los últimos tiempos se han producidos importantes cambios en el campo científico-tecnológico. El trabajo pedagógico debe enmarcarse en un enfoque didáctico orientado a la búsqueda de resolución de problemas que permitan analizar los vínculos existentes entre ciencia, tecnología y sociedad. Entonces, la enseñanza de la Química supone un profundo cambio conceptual por parte de los distintos actores del proceso de enseñanza y de aprendizaje, asociado a la superación de la concepción positivista tradicional en la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

**Palabras clave:** enseñanza de la química, ciencia, tecnología y sociedad, teorías epistemológicas, estrategias educativas.

---

\*Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y de la Educación - Universidad del Cauca

## INTRODUCCIÓN

El mundo en que vivimos ha cambiado mucho en el pasado siglo y este cambio ha de profundizarse en los próximos años. Los conocimientos científicos producidos en este tiempo en diversos campos de la ciencia, han modificado nuestra forma de vida, las costumbres y, en general, el mundo que nos rodea. En consecuencia, estos avances afectan el modo de vivir en las sociedades modernas.

El impacto que la ciencia tiene en la sociedad puede analizarse a partir de su eficacia para el progreso de la sociedad como su influencia en el desarrollo de las ideas, o en la modificación del medio. Las repercusiones que el desarrollo del conocimiento científico tiene en la actualidad desde el punto de vista filosófico, económico, cultural, histórico, etc. suministra un papel primordial en el proceso educativo, en la enseñanza de las ciencias y en la inclusión de la misma en la cultura general.

Si estos profundos cambios tan vertiginosos en el campo científico-tecnológico tienen implicaciones en la educación, deberíamos replantear nuestras prácticas pedagógicas. Diversas investigaciones ponen en evidencia que la enseñanza tradicional muestra una imagen de la Química descontextualizada, en la que no se tienen en cuenta sus interacciones con la tecnología y el entorno natural y social en que están inmersas (Vilches, 1994; Gil y Vilches, 2001; Catebiel, 2002). Esto tiene como consecuencia que la visión de la Química y los científicos que tienen los estudiantes es distorsionada, alejada del mundo real, lo que puede constituir una de las causas de la actitud negativa hacia su estudio.

### CONCEPCIÓN TRADICIONAL Y CONCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA

La concepción sobre el conocimiento científico ha cambiado durante el último siglo, debido, entre otras cosas a la socialización de las ciencias. En este período, el conocimiento de las ciencias naturales dejó gradualmente de pertenecer a una *élite* que podía tener acceso a él, y comenzó a formar parte de la cultura general de la sociedad.

Algunos autores hablan de tres momentos históricos en relación con la institucionalización de la ciencia (Medina y Martín, 1990):

- a. **Ciencia amateur** (período que comprende aproximadamente desde 1600 hasta 1800): la investigación en ciencias no estaba profesionalizada, los investigadores se consi-
- b. **Ciencia académica** (período que comprende aproximadamente desde 1800 hasta 1945): la investigación científica se torna profesional y se especializa en diferentes campos. En este período, se financia la investigación en las Universidades, en general, con fondos públicos. Al inicio de esta etapa, la formación de recursos científicos gozó de autonomía respecto del poder político, aunque a partir de las guerras mundiales se les exige, con frecuencia, a los científicos responder a intereses económicos y/o militares de las potencias dominantes.
- c. **Ciencia industrial** (período posterior a 1945): en un primer momento

deraban a sí mismos como filósofos naturales. La comunidad investigadora se comunicaba mediante libros y cartas.

esta etapa estuvo definida por megaproyectos financiados por el Estado, en algunos países como Alemania o Japón. En un segundo momento las empresas multinacionales generaron megaproyectos de investigación, los que en Inglaterra se conocieron como “*Big Science*”, en los que participaron grandes equipos de investigación multidisciplinar.

Otros autores, por ejemplo López Cerezo *et. al* (2001) hablan de la **evolución histórica de la técnica y la ciencia** teniendo en cuenta el papel social que tanto la ciencia como la tecnología tienen y la subdividen en tres grandes etapas:

- a. *Desde la Prehistoria hasta fines del siglo XIX.* En este período, la ciencia y la tecnología ejercieron una influencia indirecta sobre el desarrollo social.
- b. *Desde fines del siglo XIX hasta 1945.* Etapa en la que el impacto de la ciencia y la tecnología se revela como fuerza productiva directa, modificando, entre otros, los sectores industrial y militar en respuesta a demandas sociales y políticas.
- c. *Desde la posguerra hasta la actualidad.* En este período, ciencia y tecnología constituyen una fuerza social transformadora, en virtud del contenido, complejidad y alcance de su impacto social.

Este aspecto social de la ciencia interviene en la construcción de un conocimiento científico de raíz humanista. La toma de conciencia acerca del conocimiento científico entendido como una

construcción histórico - social puso en evidencia que las supuestas “*verdades científicas*” son hipótesis provisorias que pretenden dar respuesta a problemas de interés comunitario, además de los exclusivamente científicos. Es decir, empiezan a considerarse los procesos socio-históricos como parte de la evolución científico-tecnológica.

La discusión sobre los impactos sociales causados por los adelantos tecnológicos, las implicaciones de estos adelantos sobre el desarrollo cultural, la pertinencia de la dinámica investigativa y tecnológica han motivado la generación de una perspectiva filosófica que vincula al conocimiento científico y la producción tecnológica con un contexto social dado. Esta perspectiva filosófica se la conoce como **Movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad** y dentro de sus objetivos principales se encuentra el análisis de las causas y consecuencias de los aspectos sociales del fenómeno científico-tecnológico (Fourez, 1995).

Por su parte el Movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad, generalmente denominado CTS, hace referencia a las interrelaciones entre los avances de la ciencia, sus aplicaciones tecnológicas y repercusiones sociales. Este movimiento se ha caracterizado por poner de relieve que el conocimiento científico no es un conocimiento neutro, ni en su esencia ni en sus aplicaciones, teniendo por el contrario fuertes implicaciones sociales y políticas.

## **EVOLUCIÓN DE LOS ESTUDIOS SOCIALES SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.**

Las diferentes disciplinas sociales que contribuyeron a la integración sociohistórica de la ciencia y la tecnología per-

miten realizar un análisis crítico del movimiento CTS. Como se ha planteado, a fines del siglo XIX se crearon las condiciones de desarrollo de un análisis profesional del campo científico. Algunos autores consideran que la doctrina marxista proporcionó la fundamentación teórica de la actividad científico-tecnológica, considerada como forma de *actividad social transformadora*. Medina (1995) considera que:

*“...Karl Marx fue el primer teórico que atribuyó a la técnica un papel central en la construcción de sus teorías, y reinvertió también el prejuicio del humanismo filosófico acerca de la técnica, emplazándola como motor impulsor de la emancipación humana en su teoría del desarrollo histórico. Según esa teoría, el desarrollo de los medios de producción, determinado por las innovaciones técnicas, es el que configura los cambios en las estructuras socio-políticas e ideológicas”.*

Entre mediados del siglo XIX y comienzos del XX comienzan a desarrollarse grandes instituciones científicas fuera del marco de las Universidades, teniendo en cuenta las exigencias económicas y las necesidades de la ciencia. Los estudios filosófico - sociales sobre la ciencia y la tecnología continuaron su desarrollo desde 1930 con el llamado *Círculo de Viena*, cuyos principales representantes son Rudolf Carnap y Bertrand Russell. Estos científicos adhirieron inicialmente a una concepción epistemológica neopositivista de la ciencia, que luego evolucionaría hacia otras posturas.

En las primeras décadas del siglo XX, el neopositivismo y el empirismo lógico reflejaron en el campo filosófico las contradicciones sociales de la nueva etapa histórica. Los procesos de intervención del Estado y la industrialización con fines económicos y militares durante los conflic-

tos bélicos, llevaron a un rechazo por parte de la sociedad de los mecanismos de control político de líneas de investigación estratégicas (tecnología nuclear, investigaciones en genética humana, etc.).

Sobre la base de las observaciones anteriores, parece evidente que la evolución en las concepciones históricas de ciencia y tecnología puede concebirse como un conflictivo proceso de interpretación de estas relaciones CTS. López Cerezo et al. (2001) sostienen que:

*“aún continúa manteniéndose la concepción tradicional de la ciencia - tecnología como una actividad autónoma, neutral y benefactora de la humanidad. Es esta concepción tradicional, asumida y promovida por los propios científicos y tecnólogos, la que en nuestros días sigue usándose para legitimar formas tecnocráticas de gobierno, y continúa orientando el diseño curricular en todos los niveles de la enseñanza”.*

Con las salvedades inherentes a toda generalización, se sugieren como rasgos significativos de la **concepción positivista tradicional** de la ciencia y la tecnología los siguientes (López Cerezo et al, 2001; Solbes y Travers, 1996; Fourez, 1997):

- Identificación de la ciencia con la observación y el trabajo en el laboratorio, suponiendo que el conocimiento científico se forma por inducción a partir de los datos que son considerados puros. Esto conlleva a una visión empirista y ateorica de la naturaleza de la ciencia.
- Interpretación del marco teórico de las teorías científicas y de los modelos correspondientes como conocimientos ya elaborados, como hechos asumidos sin mostrar los problemas que generaron su construcción. Es decir no se considera el carácter provisorio dichas teorías y modelos.

- Ideología científicista, expresada en la idea de la neutralidad científica (autonomía), es decir la negación del contenido ideológico de la ciencia. Esta visión descontextualizada, socialmente neutra se encuentra alejada de los problemas del mundo e ignora sus complejas interacciones con la técnica y la sociedad.
- Mito de la ciencia pura y benefactora. Se refiere al optimismo ingenuo en el poder de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico y social, haciendo abstracción de los contextos socio-culturales concretos en que las mismas se desenvuelven.
- Visión fragmentada de la actividad científico-tecnológica, en la que la tecnología se concibe sólo como ciencia aplicada.
- Interpretación lineal asociada a una visión acumulativa y progresiva de la ciencia, concebida a partir de la incorporación de viejas teorías en otras más abarcativas, que ignora las crisis y remodelaciones profundas de las teorías y conceptos científicos.
- Visión tecnocrática, es decir, prioridad absoluta del criterio del experto por sobre la opinión pública.

En la etapa industrial posterior a 1945, se manifiestan tres períodos diferenciados en cuanto a la actitud de la comunidad científica y la sociedad frente al problema del desarrollo. Para el análisis de estos períodos, es adecuada la clasificación siguiente (López Cerezo, 1996):

1. **Período del optimismo:** (1945 - 1955). Etapa caracterizada por una gran confianza dada por la sociedad al poder de la ciencia y la tecnología

para el progreso económico y social. En este período, la victoria de las fuerzas aliadas sobre el Eje y la reactivación de la economía, llevaron a consolidar una actitud optimista, fundada en el supuesto carácter benefactor de la ciencia y la tecnología. Este optimismo se puede resumir en la siguiente frase:

**Ciencia + Tecnología = Progreso económico = Progreso social**

2. **Período de alerta:** (1955 -1968). En este período se inicia la ruptura con la imagen clásica de la ciencia, y se establecen las bases de una nueva imagen social de la ciencia. Esta imagen se encuentra sustentada desde el plano filosófico por la obra de Thomas Kuhn «*La estructura de las revoluciones científicas*» publicada en 1962 y lo que posteriormente se conoció como las Nuevas Filosofías de la Ciencia (Membiela Iglesias, 1995). En el plano de los riesgos ecológicos y la salud humana, esta reacción se inicia en los Estados Unidos con la publicación del libro de Rachel Carson titulado «*Silent Spring*» (1962). Es precisamente en los años '60 que surge el movimiento CTS, asociado a la oposición del medio educativo y del ámbito científico y social ante la concepción positivista, que sentó las bases de lo que se denomina **visión social de la ciencia y la tecnología**.
3. **Período de la reacción:** se extiende desde 1968 hasta nuestros días, manifestándose en diferentes formas de reacción académica y social. Los presupuestos teóricos que conforman una reacción ante la concepción tradicional de ciencia y tecnología se expresan en un espectro muy amplio de propuestas y mode-

los. Algunas de estas propuestas surgen de los grupos ecologistas como Greenpeace, de partidos políticos de neto corte ecologista, de organizaciones no gubernamentales, etc.

En el contexto de una reinterpretación multidisciplinar del movimiento CTS, pueden citarse aportes de filósofos de la ciencia y epistemólogos que con sus obras colaboraron con la nueva concepción de ciencia y sus implicaciones sociales. A pesar de sus diferencias, los autores que podemos agrupar en lo que se conoce como "Nuevas Filosofías de las Ciencias"<sup>1</sup> colaboraron de una u otra forma en construir una visión social de la ciencia. Como rasgos más significativos de esta visión se pueden indicar (López Cerezo, 2001; Fourez, 1997):

- Conceptualización de la ciencia como forma particular de actividad humana institucionalizada con un peso cultural propio y con capacidad transformadora para la producción, difusión y aplicación de conocimientos.
- Reconocimiento de la legitimidad de los factores epistémicos en el desarrollo científico y tecnológico.
- Definición de marcos conceptuales teóricos y metodológicos dinámicos y de carácter provisorio.
- Identificación de los contenidos ideológicos inherentes a la ciencia y la tecnología.
- Rechazo de la hegemonía del discurso científico sobre otros, como el literario o el religioso.

- Investigación básica integrada a la ciencia aplicada para la solución de problemas sociales.

El movimiento CTS pretende fomentar la visión de la ciencia con las características anteriormente detalladas y, debido a esto, intenta jugar un importante papel en el desarrollo de una cultura científico-tecnológica, ya que permite (Fourez, 1997):

- Incentivar la formación de investigadores en el campo de la ciencia y la tecnología capaces de diseñar y aplicar estrategias correctas para acelerar el desarrollo económico y social en cada país.
- Desarrollar una visión integral de la actividad científico-tecnológica en el grupo de profesionales.

Trasladando la mirada al campo de lo específicamente educativo, el análisis realizado sugiere la conveniencia de un marco teórico integrador que coordine la propuesta CTS y la concepción filosófica de las ciencias contextualizadas socio-históricamente, a fin de sistematizar metodologías concretas de intervención docente y de desempeño profesional.

### **LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ANTE LAS TRANSFORMACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS**

Fuera del ámbito educativo, en la década del '70, surgía desde el campo filosófico el movimiento CTS. Al mismo tiempo, especialmente en Inglaterra, surgieron reacciones sociales contra la utiliza-

---

<sup>1</sup> Podemos citar a Popper, Lakatos, Kuhn, Feyerabend.

ción indiscriminada de la tecnología (Fourez, 1997). Esto contribuyó a cambiar tanto la perspectiva del ciudadano común como la del investigador respecto de los alcances del conocimiento científico, así como de sus riesgos.

La obra de Thomas Kuhn y su posición fuertemente crítica hacia las visiones lógico-empiristas y positivistas de la evolución del pensamiento científico (vigentes aún hacia fines de los años '50), produjo un notable efecto en la filosofía de la ciencia, con repercusiones en el ámbito educativo. Kuhn (1982) sostiene "...la necesidad de un marco conceptual enriquecido, de enfoques interdisciplinarios, para responder satisfactoriamente a las cuestiones abordadas tradicionalmente de un modo independiente por la filosofía positivista". También efectúa una revisión crítica, del carácter descontextualizado y ahistórico con que se presentan los contenidos y metodologías de la Ciencia en los libros de texto y a través de las preconcepciones docentes.

La discusión acerca de los modos de inserción de las transformaciones científico-tecnológicas en el ámbito de la enseñanza aparece como una cuestión esencial para analizar los cambios educativos actuales, puesto que las transformaciones educativas han pasado a ser una exigencia del actual desarrollo científico-tecnológico. Por otra parte, el sistema educativo se caracteriza por una fuerte inercia que dificulta su adaptación a una realidad cambiante. Esa inercia puede resultar particularmente grave en un momento en el que las transformaciones científico-tecnológicas han adquirido una aceleración que está modificando profunda y permanentemente el entramado social (Fourez, 1997).

Se puede señalar que las sociedades se han vuelto cada vez más dependientes de los saberes científicos y tecnológicos,

esto implica que los futuros ciudadanos necesitan acceder a las herramientas que les permitirán acceder a la interpretación del mundo que los rodea, para tomar decisiones responsables y acertadas sobre la base de sus conocimientos.

En las últimas décadas, esta concepción fomentó que se haya realizado una revisión crítica de la metodología de la enseñanza tradicional de las ciencias, en relación con los intentos de superar planteos empiristas de confrontación con la realidad. A partir de las llamadas «Nuevas Filosofías de las Ciencias», la didáctica de las ciencias se ha ido consolidando desde una postura *socioconstructivista* que lentamente va llegando a los libros y a la metodología de trabajo docente y de los alumnos. Esta postura, aplicada a las ciencias experimentales concibe el ámbito de la ciencia escolar como un espacio de interacción docente –alumno atravesado por las representaciones cognitivas de alumnos y docentes.

En este marco, se entiende el aprendizaje (y en consecuencia la enseñanza) de la Química como un proceso de construcción social, afectado por instancias económicas, culturales y políticas. Aún más importante, es el hecho de que la postura socioconstructivista, y en particular el enfoque CTS, priorizan el aprendizaje y la enseñanza de la Química en función de su entorno sociohistórico de construcción (Pozo y Crespo, 1998). En relación con este punto cabe considerar cómo, a lo largo de la historia de las ciencias, se ha ido modificando la noción de *progreso científico*. Es esta noción la que signa representaciones de docentes y de alumnos sobre el desarrollo y la metodología de la Química (y las ciencias experimentales) que condicionan los correspondientes microprocesos de aprendizaje.

Simultáneamente, desde hace décadas la educación ha sido vista desde las es-

feras gubernamentales y desde el campo empresarial como una inversión estratégica para garantizar el desarrollo de los países. En apoyo a esta idea, la educación para todos y, más precisamente, la alfabetización científica para todos, se ha convertido en una exigencia para formar ciudadanos críticos. No es extraño, por ello, que diversos estudios muestren analogías entre la alfabetización básica iniciada el siglo pasado y el actual movimiento de alfabetización científica y tecnológica (Fourez, 1997).

La enseñanza de la Química en particular, y de las Ciencias en general, a partir de un enfoque CTS implicaría un serio esfuerzo de revisión del papel de la educación en el desarrollo social. Una primera idea para conseguir esto es una apertura del currículo a las transformaciones científico-tecnológicas. Una adecuada inserción de las mismas equivaldría a una transformación profunda en la educación. También sería una importante contribución para superar los desfases e inadecuaciones de contenidos básicos curriculares en disciplinas como la Química. De este modo permitiría como consecuencia formar recursos humanos con un manejo ético de los bienes culturales científico - tecnológicos.

### **EL PROBLEMA DE LA FALTA DE INTERÉS HACIA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA**

Numerosas investigaciones han mostrado que el interés en los alumnos por las ciencias, y en particular por la Química, decrece notablemente al avanzar en el sistema de escolarización (Yager y Penick, 1986). La gravedad del problema es tal que el estudio de las actitudes de los estudiantes se ha convertido en una línea prioritaria de investigación (Simpson et al., 1994). Ello exige un análisis de las características de la enseñanza de las ciencias y, muy en particular, de las visiones empobrecidas y deformadas que proporciona frecuente-

mente la enseñanza escolar de la actividad científica (Gil y Vilches, 2001; Porlán, 1993).

Estos y otros problemas igualmente graves aparecen hoy como factores determinantes, tanto de los fracasos escolares, como del rechazo hacia la Química (Gil, 1996). Esta situación ha sido constatada claramente por la investigación didáctica, y expresada con singular claridad por Giordan y de Vecchi (1997) en la siguiente frase: «*En nuestra sociedad, las ciencias y las técnicas tienen una imagen terriblemente ambigua, los fenómenos de rechazo se extienden (...). El desarrollo de movimientos anticiencia, la subida de lo irracional y del integrismo están ahí para dar cuenta de ello*».

Este desinterés y actitud negativa hacia la Química serían causados, entre otros por factores, por la desvinculación entre el objeto de conocimiento disciplinar y sus referentes de la vida cotidiana (Gil et. al, 2001) o por modalidades de enseñanza basadas en esquemas tradicionales tipo transmisor/receptor (Contreras Domingo, 1990).

Otro factor importante a considerar es la imagen deformada que los alumnos tienen de la Química, provocada en buena medida por la presentación de problemas como simples ejercicios rutinarios y no como problemas de investigación. Esta postura desprecia asimismo el rol del pensamiento divergente del sujeto que aprende (Ramírez Castro et al., 1994).

J. Solbes y A. Vilches (1989) realizaron una encuesta a profesores de Física y Química sobre posibles causas del desinterés de los alumnos por el aprendizaje de las ciencias. Las respuestas brindadas por los docentes coinciden con las causas detalladas anteriormente. Además, un alto porcentaje

de profesores manifestaban que la imagen descontextualizada con que se enseñan los contenidos de Química podría ser una de las causas del desinterés y la actitud negativa hacia esta ciencia. Ellos consideran que esta sería una de las causas de la falta de interés en su estudio, agregando la escasa aplicabilidad práctica de los contenidos y su desconexión con el mundo real (Gil et. al, 2001).

En este mismo trabajo se concluye que si bien los docentes consideran a la contextualización de los contenidos específicos como un factor importante para lograr el cambio actitudinal hacia la Química por parte de los alumnos, no lo hacen efectivo en sus clases. De este modo existe una contradicción en la mayoría de los docentes encuestados, ya que en sus clases se encuentran ausente los contenidos CTS, que precisamente son los contenidos que permitirían esta contextualización *aparentemente* tan necesaria.

Podemos analizar, entonces que la integración de contenidos disciplinares científicos ha sido propuesta hace un siglo como base de la enseñanza moderna. Resulta paradójico entonces que en nuestros días, la enseñanza de estas disciplinas no logre ni siquiera interesar al estudiantado. Peor aún, como señalábamos anteriormente, de manera muy generalizada, el interés y la curiosidad inicial por el mundo científico que manifiestan los estudiantes decrece y se mantiene en bajos niveles a lo largo del período de escolarización obligatoria.

Una característica de la enseñanza de la Química que puede contribuir a este decreciente interés por su estudio puede ser la concepción simplista del aprendizaje de muchos docentes. Esta concepción está centrada en que los estudiantes incorporen conceptos

técnico - disciplinares despreciando su estructura cognitiva y su dimensión afectiva. Así, se enseña en función del paso del alumno al siguiente nivel (por ejemplo, del Nivel Secundario a la Universidad), sin considerar los intereses de los estudiantes ni incluir actividades motivadoras. El proceso de enseñanza así concebido, se reduce a una mera transmisión verbal de conocimientos y las evaluaciones se limitan a exámenes basados en contenidos conceptuales y en ocasiones procedimentales, omitiéndose los contenidos actitudinales.

También se encuentra una escasa preocupación docente por explicitar el carácter de *vehículo de transmisión cultural* del conocimiento científico como consecuencia de la formación de estos docentes que muchas veces carecen de herramientas teóricas como así también de insumos bibliográficos para realizar estas lecturas. Pareciera que en la escuela se dispone de mucho tiempo para realizar operaciones memorísticas y se destina poco tiempo a que sus actores principales (maestros y estudiantes) se dediquen a pensar (Segura, 2002). De este modo, la habitual presentación operativista de la ciencia, basada en fórmulas sin sentido para el estudiante, no contribuye a una identificación emocional de los individuos con las disciplinas científicas.

A partir de los resultados analizados en el ítem anterior, es importante destacar como una de las posibles causas de las actitudes negativas hacia el estudio de la Química y hacia su imagen social, a la desconexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que nos rodea. En este tipo de enseñanza los profesores no tienen presentes las interacciones que presenta la ciencia, la tecnología y la sociedad cuando analizan la rutina de su trabajo de clase, dando prioridad a otros aspectos didácticos (Solbes y Vilches, 1989).

El impacto que la Química y las demás ciencias han tenido y tienen en la vida social lleva a pensar en el enorme potencial didáctico del estudio de su fundamentación teórica, su metodología y su relación con las disciplinas sociales. Sin embargo, y a pesar de que los planes de estudio se recargan de contenidos cada vez más actualizados de esta disciplina, la reacción de los estudiantes no es la que desearíamos, sino una general indiferencia, cuando no un marcado rechazo, hacia su aprendizaje.

La actitud de rechazo también puede deberse a que confunden la ciencia y la tecnología con las consecuencias más negativas de algunos desarrollos, como el deterioro del medio o la carrera armamentista. También muchos alumnos piensan que la solución a diversos problemas sociales relacionados con la ciencia, dependen únicamente de un mayor conocimiento científico y de tecnologías más avanzadas y no de decisiones políticas.

Podemos asumir entonces, que la ausencia de interacciones CTS en la enseñanza de la Química tiene como consecuencia que los estudiantes finalicen sus estudios teniendo una imagen social distorsionada de esta disciplina y un marcado desinterés o actitudes de rechazo hacia ella.

### **UNA ALTERNATIVA DIDÁCTICA<sup>1</sup> : LA INCORPORACIÓN DE LA INTERACCIONES CIENCIA-TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

Como se señaló anteriormente, a partir de las reacciones sociales contra la

aplicación indiscriminada de tecnología de alto impacto, en los años '60 surge un gran debate sobre las implicancias del conocimiento científico-tecnológico: se cuestiona por primera vez la idea de que el avance científico favorece el progreso social.

En forma paralela a este cambio de la visión de la Ciencia por parte de la sociedad, se comienza a observar, a principios de los años 70, un notable descenso en la matrícula en las carreras científicas, especialmente en los Estados Unidos. En este contexto, desde la investigación educativa y desde las políticas gubernamentales, comenzaron a gestarse diferentes alternativas para revertir la tendencia: el enfoque CTS es sólo una de esas alternativas.

Esta propuesta supone un profundo cambio conceptual de parte de los distintos actores del proceso de enseñanza y de aprendizaje, asociado a la superación de la concepción positivista tradicional en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. En general, la enseñanza tradicional de la Química ofrece a nivel escolar una imagen de la ciencia acumulativa, basada en la mera aplicación de fórmulas, que no tiene en cuenta aspectos cualitativos, de tipo histórico, tecnológico, sociológico, etc. de las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.

La actitud negativa de los alumnos hacia la Química surge, en gran parte, como consecuencia de la imagen deformada de la misma que se genera, entre otras causas, por la enseñanza tradicional. Por lo tanto, los alumnos tienen una visión distorsionada de la Quí-

---

<sup>1</sup> Esta categoría conceptual en proceso de construcción dentro de nuevas visiones curriculares trasciende la idea de recursos y sugiere la potenciación y canalización de principios, estrategias, procedimientos y herramientas desde la utopía que nos mueva a la acción. Por ello se va constituyendo en una mediación, desde el sentido que seamos capaces de imprimirle nuestro proyecto de vida a nuestra práctica pedagógica.

mica y de los científicos, alejada de los problemas reales del mundo cotidiano.

Como consecuencia de la imagen de ciencia que muestra la enseñanza tradicional y que, lógicamente tienen estos alumnos, se puede concluir que la enseñanza tradicional no contribuye a mostrar una visión completa de la actividad científica, lo que produce una actitud negativa hacia la Química.

Una propuesta para modificar dicha actitud considera un tratamiento detenido de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad, es decir, contempla la enseñanza de la Química con un enfoque CTS. No sólo se tienen en cuenta estas interacciones por su papel motivador sino también y sobre todo, porque muestran una imagen más real de la ciencia y del trabajo científico, contribuyendo a dar significatividad al aprendizaje.

Es posible entonces, transformar los materiales didácticos de Química con la inclusión de las actividades CTS a lo largo del desarrollo de cada tema, de tal modo que los alumnos puedan construir el conocimiento científico escolar integrando aspectos esenciales que afectan a la actividad científica y que contribuyen a la profundización de los conocimientos. Los resultados obtenidos en diversas investigaciones permiten realizar los siguientes comentarios (Catebiel, 2002):

- Los estudiantes que han seguido un curso con la inclusión de las actividades CTS muestra mayoritariamente aspectos positivos para caracterizar a la Química, citando como ejemplo una imagen no estereotipada de los científicos y de la actividad científica.

- Estos estudiantes son capaces de citar 5 o más aplicaciones técnicas de la Química, detallando situaciones derivadas de la actividad económica de la región, del mismo modo que analizan las influencias de la Química en la sociedad realizando análisis críticos que superan la dualidad aspectos positivos-negativos.
- La mayoría de los estudiantes son capaces de realizar una valoración crítica de la actividad científica. En sus respuestas puede advertirse un alto número de implicaciones positivas de la actividad científica y sus relaciones con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad.

Se puede concluir, entonces, que es posible mejorar la actitud de los alumnos en las clases de Química abordando los aspectos que involucran conocimientos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Las actividades de aula propuestas deberán considerar los diversos aspectos que afectan a la actividad científica, y que han sido resaltados por algunas corrientes actuales de Historia y Filosofía de las Ciencias, pero que a menudo no son tenidos en cuenta en las clases de Química.

Por tanto, el trabajo dentro de un modelo didáctico que promueve el cambio conceptual, mediante contenidos CTS no sólo es motivador, sino que contribuye esencialmente a mostrar una imagen de ciencia, en particular de la Química, más real y contextualizada, lo que facilita el aprendizaje significativo en los estudiantes.

A modo de síntesis, es importante recalcar que el enfoque CTS intenta introducir la racionalidad en el análisis de los contenidos científicos-tecnológicos y así construir una percepción más ajustada y crítica de la tecnociencia y de

sus relaciones con la sociedad y promoviendo la participación ciudadana en las decisiones que orientan los desarrollos científico-técnicos.

Como educadores debemos promover esta actitud crítica hacia la producción científica-tecnológica a partir del análisis ético, estético y filosófico que subyace. La disyuntiva no es la de "ciencia" o "no ciencia", "tecnología" o "no tecnología" sino preguntarnos ¿para qué?, y ¿para quienes? De este modo cambia el problema, permitiéndonos plantear las condiciones para que el progreso científico y tecnológico se ponga al servicio de la humanidad; que depende en última instancia de las decisiones que como ciudadanos tomemos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATABIEL, V. 2002. Tesis de Grado: *Enseñanza de la Química con un enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad: su vinculación con el cambio actitudinal en los estudiantes*. Universidad Nacional de General San Martín, Buenos Aires.

CONTRERAS Domingo, J. 1990. *Enseñanza, currículum y profesorado*. Madrid: Akal.

del Carmen, L. (comp). 1997. *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

FOUREZ, G. 1995. *El Movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y la Enseñanza de las Ciencias*. Perspectivas, vol. XXV, N°1.

FOUREZ, G. 1997. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.

GIL, D.; Vilches, A.; Solbes, J. 2001. *El enfoque CTS y la formación del profesorado*. En Pedro Membiola (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea.

GIL, D. Y VILCHES, A. *Una alfabetización científica para el siglo XXI Investigación en la Escuela*, 43, 27-37. 2001. En formato PDF.

GIL Pérez, D.; CARRASCOSA J.; FURIÓ, C., y MARTÍNEZ-TORREGOSA, J. 1991. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*, Barcelona: Horsori.

GIL Pérez, D. 1996. *New trends in Science Education*, International Journal of Science Education, 18 (8), 889-901.

GIORDAN, A.; de Vecchi, G. 1997. *Los orígenes del saber*. Sevilla: Díada Editora.

KUHN, T. 1982. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

LÓPEZ Cerezo, J. et. al. 1996. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.

LÓPEZ Cerezo, J. et. al. 2001. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.

MEDINA, M. y MARTÍN, J. 1990. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: Editorial Anthropos.

MEDINA, M. 1995. *Tecnología y Filosofía: más allá de los prejuicios epistemológicos y humanistas*. Barcelona: Isegoria.

PENICK, J.; YAGER, R. 1986. *Trends in science education: some observatios of exemplary programme in the United States*. European Journal of Science Education 8 (1), 1-8.

PORLÁN, R. 1993. *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*, Sevilla: Díada.

POZO, J.; GÓMEZ Crespo, M. 1998. *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

RAMÍREZ Castro, J.; GIL Pérez, D.; MARTÍNEZ TORREGOSA, J. 1994. *La resolución de proplemas de Física y de Química como investigación*. Ministerio de Educación y Ciencia de España, Madrid, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.

SEGURA, D. *Información y conocimiento, una diferenciación enriquecedora*. Museolúdica 9

(5). Museo de la Ciencia y el Juego – Facultad de Ciencias – Universidad Nacional de Colombia. 2002

SIMPSON, R. *et al.* "Research on the affective dimension of science learning". En: Gabel D. (1994) Handbook of Research on Science Teaching and Learning,. New York: MacMillan.

SOLBES, J y VILCHES, A. (1989) *Interacciones ciencia-tecnología y sociedad: un instrumento*

*de cambio actitudinal. Enseñanza de las ciencias*, 7 (1), pp. 14-20.

SOLBES, J.; TRAVER, M. (1996) *La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. Enseñanza de las Ciencias*. 14 (1), 103-112.

VILCHES, A. (1994) *Las interacciones ciencia, tecnología y sociedad. Selección bibliográfica temática. Enseñanza de las ciencias*, 12 (1), pp. 112-120.

## LA FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

invita al:



**Más que un problema, la formación de profesores constituye un reto.**

**25 al 28 de mayo de 2005  
Bogotá D.C., Colombia**