

REFLEXIONES SOBRE EL PAPEL DE LA CONTEXTUALIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS

DE FREITAS DIAS DE SOUZA, KARINA APARECIDA¹ y ALVES CARDOSO, ARNALDO²

¹ Departamento de Química Fundamental. Instituto de Química - USP. Brasil

² Departamento de Química Analítica. Instituto de Química - UNESP. Brasil

quimikarina@usp.br

acardoso@iq.unesp.br

Resumen. La importancia de la contextualización y de la discusión del papel de la ciencia en el desarrollo social y económico es innegable para la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, esto no debe significar una negligencia ni del conocimiento teórico ni de las estrategias que forman parte de su construcción y aplicación. Así, se dibuja un peligroso cuadro cuando se asume la contextualización como el único y primordial objetivo de la educación científica. Este artículo presenta un estudio realizado con 15 alumnos del último año de la carrera en Docencia de Química, cuyos resultados evidencian una preocupante «supervaloración» de lo cotidiano en detrimento de otros aspectos igualmente importantes del conocimiento químico.

Palabras clave. Formación de profesores, contextualización, alfabetización científica, epistemología, enseñanza de las ciencias.

Nothing too much: reflecting about the role of contextualization in science teaching

Summary. The contextualization and discussion about the science role in the social and economical development are unquestionably important for the science teaching process. It doesn't mean, however, that the scientific-theoretic knowledge and the strategies involved in its construction and application might be neglected. In this way, a dangerous situation is created when the contextualization is assumed as a unique and primordial target in science education. This paper presents a research carried out with 15 future chemistry teachers and the results show a worrying «supervalorization» of the contextualization beside other equally important aspects of the chemical knowledge.

Keywords. Teachers' training, contextualization, scientific literacy, epistemology, science teaching.

INTRODUCCIÓN

Cuando discutimos los objetivos de la enseñanza de las ciencias, en especial en la materia de Química, en cualquier nivel, se mencionan enfáticamente algunas habilidades y competencias, relacionándolas no solamente con el dominio de los contenidos y habilidades específicas de la ciencia de interés, sino también con las dimensiones formativas y culturales del conocimiento que se produce (Carvalho, 2004). En contraposición con la enseñanza de ciencias «listas y acabadas», anterior a las últimas décadas del siglo XX, el siglo XXI asiste a debates internacionales que pretenden orientar una en-

señanza más vinculada a la reflexión sobre las influencias y modificaciones que la ciencia provoca en nuestra sociedad (Carvalho, 2004). En Brasil, por ejemplo, esos cambios estuvieron guiados por los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN) para la enseñanza secundaria (Brasil, 1999), propuestos para los diferentes cursos escolares, abarcando, además de las nuevas propuestas, sus especialidades. A continuación se exponen fragmentos del texto que presenta orientaciones para el curso de Química, de especial interés en este trabajo. Aunque sea larga, creemos que esta citación está justificada.

El aprendizaje de Química de los alumnos de secundaria implica que comprendan las transformaciones químicas que ocurren en el mundo físico de forma amplia e integrada y que, así, puedan juzgar con fundamento la información que proviene de la cultura tradicional, de los medios de comunicación y de la propia escuela, pudiendo tomar decisiones autónomamente, como individuos y ciudadanos.

(...)

En la interpretación del mundo a través de las herramientas de la Química, es esencial que se expliciten su carácter dinámico. Así, el conocimiento químico no se debe entender como un conjunto de conocimientos aislados, listos y acabados, sino como una construcción de la mente humana en cambio continuo.

(...)

Es importante mostrar al alumno hechos concretos, observables y mensurables, debido a que los conceptos que el alumno trae a la clase provienen principalmente de su visión del mundo macroscópico (...) Sin embargo, un entendimiento amplio de la transformación química implica también la búsqueda de explicaciones para los hechos estudiados, recurriendo a las interpretaciones conforme a los modelos explicativos microscópicos.

(...)

Debemos considerar que la Química utiliza un lenguaje propio para la representación de lo real y para las transformaciones químicas, a través de símbolos, fórmulas, convenciones y códigos. Así, es necesario que el alumno desarrolle competencias adecuadas para reconocer tal lenguaje, siendo capaz de entender y emplear, a partir de la información, la representación simbólica de las transformaciones químicas.

(...)

Así como otros campos del conocimiento, la Química utiliza también un lenguaje matemático asociado a fenómenos macro y microscópicos. El dominio de ese lenguaje servirá para desarrollar competencias y habilidades referentes al establecimiento de relaciones lógico-empíricas, lógico-formales, hipotético-lógicas y de raciocinio proporcional» (Brasil, 1999).

Todos esos aspectos, relaciones y metas relativas a la enseñanza de la Química se encuentran interconectadas, ejerciendo un papel de complementariedad¹, de forma que cualquier énfasis indebidamente exagerado en cualquiera de los enfoques mencionados anteriormente puede llevar al debilitamiento de los ideales de una educación liberadora y de la formación de individuos modificadores de su propia realidad y del contexto social del cual son miembros. De esta forma, se hace imprescindible reflexionar sobre la importancia de la no restricción de los contenidos de enseñanza a la lógica interna de las disciplinas científicas, metodología que valoriza exclusivamente el conocimiento de teorías y hechos científicos (Schnetzler, 2002), y sobre la necesidad real de que esos contenidos contemplen la introducción y papel de la Química en el desarrollo social y económico, así como analicen la problemática del descontrol de sus aplicaciones (Del Pino et al., 2003). Sin embargo, eso no debe significar negligencia del conocimiento científico-teórico, ni su clasificación como dispensable por su complejidad, puesto que, concordando con Atkins (1999), el principal objetivo de nuestra educación (en Química) debería concentrarse en una forma de construir un puente entre lo percibido y lo imaginado.

Así, reiteramos que, si bien la aproximación de los conceptos científicos de los estudiantes tiene un carácter indiscutiblemente importante, se presenta una situación peligrosa cuando las propuestas de integración de la ciencia-tecnología-sociedad son mal interpretadas y la contextualización pasa a asumirse como meta primordial de la educación en ciencias, tema que constituye el enfoque de debate de este artículo.

El propósito de este trabajo consiste en presentar una breve revisión de las tendencias pasadas y actuales en relación con la alfabetización científica, y sus implicaciones en el campo de la Química para, a continuación, presentar una actividad desarrollada para evidenciar las opiniones de estudiantes del último año de pre-grado en la carrera de Docencia en Química de una universidad brasileña sobre los distintos aspectos relacionados con la enseñanza de esta ciencia.

MARCO TEÓRICO

La educación científica ayer y hoy

Los propósitos y metodologías de promoción de la alfabetización científica empezarán a debatirse con mayor profundidad en el inicio del siglo xx, con una intensificación de los debates en los años 50, período posterior a la Segunda Guerra Mundial y conocidamente marcado por una supervaloración del conocimiento científico en relación con otras áreas del conocimiento. En este período, los objetivos para la enseñanza de las ciencias estaban directamente influenciados por la necesidad de formación de nuevos científicos que atendiesen a la demanda impuesta por la carrera tecnológica, llevando a proyectos curriculares enfatizados en la experimentación y vivencia del método científico, persistiendo estas propuestas hasta el final de la década de los 70, cuando la posibilidad de una guerra nuclear produce una crisis en la tendencia científica y tecnológica de la enseñanza de las ciencias.

A partir de las críticas al inductivismo y absolutismo positivistas, surgen nuevas interpretaciones para la «educación científica». Al final de la década de los 60, por ejemplo, la creciente preocupación por las cuestiones ambientales abre espacio a propuestas de una enseñanza de ciencias que tengan en cuenta los aspectos sociales relacionados con el desarrollo científico e tecnológico. En este contexto comienzan a surgir propuestas curriculares relacionando ciencia-tecnología-sociedad (CTS) con el objetivo de vinculando la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana, abordar las implicaciones sociales y éticas relacionadas con el uso de la ciencia y la tecnología y adquirir una comprensión de la naturaleza y del trabajo científico (Auler y Bazzo, 2001).

En los Parámetros Curriculares Nacionales Brasileños mencionados anteriormente, el enfoque CTS aparece claramente bajo la denominación de «contextualización» (Santos, 2007), término que será de especial interés para el presente trabajo.

Teniendo en cuenta que los debates sobre las interacciones CTS también se potenciaron debido a la publicación, en la década de los 60, de obras de naturaleza epistemológica y filosófica como *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn y *Silent Spring* de Rachel Carsons (Auler y Bazzo, 2001), otras propuestas curriculares empezaron a defender el papel central de la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico en la educación científica, atribuyendo especial importancia al conocimiento del contenido científico, a la distinción entre la ciencia y no-ciencia y a otros factores relacionados con el dominio de lo que viene a ser el conocimiento científico.

Aunque elaboradas sobre valores y bases teóricas distintas, las propuestas presentadas pueden y, en nuestra opinión, deben constituir *caras de una misma moneda*², puesto que

Considerando la naturaleza del conocimiento científico, no es posible pensar en la enseñanza de sus contenidos de forma neutra, sin que se contextualice su carácter social, ni hay cómo discutir la función social del conocimiento científico sin una comprensión de su contenido (Santos, 2007, p. 478).

Esas consideraciones pueden asumir especial importancia cuando tratamos el conocimiento químico, fundamentalmente definido por la «*vocación de explicar lo tangible por el conceptual*» (Lazlo, 1995, p. 29), como discutimos a continuación.

Las diferentes caras de la educación científica y la ciencia Química

Al presuponer la manipulación mental de entidades como átomos y moléculas, actividad esencialmente modelizadora y límite entre lo teórico-abstracto y lo empírico-concreto, el dominio del conocimiento químico sobrepasa la habilidad de descripción de sus fenómenos o la capacidad de asociarlos con aplicaciones cotidianas (Souza, 2007; Souza y Cardoso, 2008, 2009).

Johnstone (1982) afirma que la Química puede ser estudiada en tres niveles: *macroscópico*, asociado a los sentidos y que permite describir las propiedades de un material o sistema; *representativo* o *simbólico*, en el cual las sustancias y fenómenos químicos se representan a través de símbolos, fórmulas, ecuaciones, etc.; y *microscópico*, el cual comprende la «manipulación mental» de partículas como átomos, iones y moléculas. Mortimer y colaboradores (2000) sugieren una denominación alternativa y los citados niveles se denominan, respectivamente, *fenomenológico*, *representativo* y *teórico-conceptual*. Sea cual fuere la denominación adoptada, es posible inferir que la posibilidad de explicación, así como la previsión del comportamiento de determinados sistemas químicos, dependen de la libre transición entre esos tres niveles.

Sumando las consideraciones anteriores a la definición de alfabetización científica como proceso que abarca un conocimiento más profundo de los conceptos teóricos de la ciencia y de su epistemología, así como la capacidad

de discutir, leer y escribir sobre ese conocimiento en un contexto no-técnico (Shamos, 1995), no basta con que un estudiante sepa describir macroscópicamente, por ejemplo, el fenómeno de combustión o consiga relacionarlo con su ámbito para considerarlo científicamente alfabetizado. Es necesario también que, utilizando conceptos y modelos científicos adecuados, sea capaz de prever, discutir y modificar los fenómenos que se le presentan.

En función de los presupuestos teóricos presentados, retomamos la idea de complementariedad entre los aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias (apuntados por los PCN brasileños) mencionados en la introducción: priorizando al extremo, sea cual sea, la enseñanza de ciencias en los diferentes niveles educativos, permanecerá marcada por fragmentación y acumulación de información.

METODOLOGÍA

La investigación consistió en la presentación de cinco párrafos distintos a estudiantes del último año de la carrera de Licenciatura (Docencia) en Química de una universidad pública brasileña, localizada en la provincia de São Paulo³, observándose en cada uno de ellos un enfoque diferente del desarrollo de la enseñanza de Química, a pesar de que todos constituían aspectos complementarios, según se ha descrito anteriormente: (1) énfasis en lo cotidiano; (2) las contribuciones tecnológicas y la problemática del mal uso; (3) la Química al respecto de la construcción humana-estudios epistemológicos; (4) la contribución del conocimiento matemático; y (5) El aprendizaje de la Química y la resolución de problemas.

El contenido de los fragmentos presentados puede ser observado en el *Apéndice I* (cabe destacar que los subtítulos mencionados sólo fueron utilizados para una mejor orientación del lector, y no figuraban en las actividades presentadas a los estudiantes).

Estando a punto de finalizar la carrera de Licenciatura, los estudiantes serían, en pocos meses, considerados aptos para el ejercicio profesional docente. Cabe destacar que, considerando el reducido número de vacantes y la relativamente alta tasa de abandono en las carreras de licenciatura brasileñas, asociados a la disponibilidad de participación de los estudiantes, la investigación contó con 15 participantes.

La actividad se desarrolló individualmente, en horario y lugar (en su casi totalidad en espacios reservados en la biblioteca de la institución) previamente acordados con los participantes en la investigación. Los estudiantes recibieron una hoja con los fragmentos mencionados y la descripción de la actividad (Apéndice I). Así, después de la lectura de los fragmentos, se les pidió que los organizaran por escrito, y de forma jerárquica, juzgando su importancia en situaciones de enseñanza y aprendizaje de la ciencia Química. Esa estrategia metodológica buscaba lo que esos estudiantes juzgan importante para ellos, en cuanto *estudiantes* de Química, y para sus alumnos, en cuanto *futuros profesores* de esa materia.

En la segunda etapa de la investigación, se solicitó a los estudiantes que justificasen y fundamentasen sus preferencias, exteriorizando sus expresiones acerca de los fragmentos propuestos, momento de gran riqueza e importancia para la investigación. A pesar de la inexistencia de preguntas previamente estructuradas (puesto que las mismas eran determinadas por las opiniones de los estudiantes), denominaremos *entrevista* a esa segunda parte de la investigación, considerando esa metodología como relación de interacción bajo atmósfera de influencia recíproca entre quien pregunta y quien responde (Ludke y André, 1986).

Además de obtener mayor riqueza de información, cabe destacar que el proceso de entrevistas se desarrolló simultáneamente al proceso de observación (Lodi, 1991), lo cual proporciona al investigador la posibilidad de analizar otros aspectos como la reacción del individuo investigado a las situaciones propuestas, su tono de voz, sus dudas y contradicciones.

Nuestra investigación se introduce, por lo tanto, en el contexto de la investigación cualitativa, caracterizada principalmente por los datos predominantemente descriptivos y por preocuparse más en el proceso que en el producto y por el interés del investigador en el significado que las personas dan a las cosas (Neves, 1996). El sistema de evaluación de las transcripciones adoptado fue el del análisis del contenido, a la luz de la comprensión de las referencias teóricas relacionadas con la educación científica y la epistemología de la Química.

Es importante resaltar que, al proponer la actividad, partimos del presupuesto de que no existe un orden esperado y, en absoluto, correcto.

Los resultados obtenidos no aparecerán divididos en dos categorías (sujetos en cuanto futuros profesores y en cuanto estudiantes de Química), puesto que esas instancias son, en último análisis, indisolubles. De esa forma, se estuvo, independiente de la situación en concreto, tratando de individuos cuyas opiniones y percepciones ejercen influencia en cualquier ámbito de actuación. El «lugar» asumido por el entrevistado en el momento de su discurso podrá ser deducido a partir de su propio fragmento.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Aunque la actividad posibilitó otras observaciones interesantes, los debates que siguen, en relación con los objetivos propuestos, destacan tres posturas evidenciadas por los estudiantes, las cuales están así clasificadas: (1) supervaloración de lo cotidiano; (2) supervaloración de lo cotidiano asociado a negligencia de otros aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias; y (3) rechazo o dificultad de sostener debates acerca de la naturaleza de la ciencia química. A continuación, realizamos una presentación más detallada de las observaciones citadas.

La supervaloración de lo cotidiano

La recurrencia de las opiniones en defensa de la contextualización y aplicación del conocimiento químico en el ámbito cotidiano merece destacarse debido a su unanimidad. Para el 100% de estudiantes la desmitificación de la Química como algo «aburrido» y la concienciación de que permite la producción de muchas cosas con las que se tiene contacto en el día a día debe ser el punto inicial y/o principal de la enseñanza química. La defensa de esa afirmación queda muy clara en el discurso de los estudiantes, según se muestra en los fragmentos:

E₆ Cuando vas a dar una clase, principalmente si es en la enseñanza secundaria, lo primero que tienes que desmitificar es esa cosa de que la Química es aburrida, porque nos damos cuenta de que ellos no tienen esa base (...) presentar la química, demostrando que es una ciencia, y no aquello que mató a los pescaditos del río (...) Ahí viene la cosa, el alumno se interesa mucho por la clase cuando le muestras que él va usar aquello (...)

E₁₀ El principal aspecto sería primero mostrar que la Química está presente (...) yo tendría que seducir al alumno para la ciencia, ¿no?

E₁₁ Para enseñar creo que es el primer concepto que tenemos que tener. Por qué si no ¿para que vinieron? Todo tiene que tener una finalidad. Entonces éste ya acaba siendo el primero exactamente porque cuando yo aprendí, él fue el primero⁴.

E₁₄ (...) pongo como primera prioridad, porque creo que eso es una cosa que tiene que salir de la cabeza de las personas, de que la Química es un objeto. Porque las personas creen que la Química es un ingrediente que se coloca dentro de un saquito, y no es una ciencia que estudia todas las cosas.

La importancia de la contextualización de lo que se enseña (o aprende) tiene una importancia innegable. Es a través de este proceso como se puede transformar el conocimiento en algo placentero o, al menos, útil. Es ahí donde pueden comprenderse paradojas de la actualidad, como el creciente aumento de las poblaciones excluidas y perjuicios ambientales en contraste con la velocidad del desarrollo científico y tecnológico. Por lo tanto, no se puede concebir la enseñanza de las ciencias desconectadas del universo de intereses y necesidades de aquellos que aprenden. Las preguntas provocadoras de Chassot (2004) en *¿Para quién es útil la enseñanza?* vienen a incrementar esas consideraciones:

(...) ¿qué la **alfabetización científica** que tiene un alumno de la periferia de una gran ciudad que **sabe** números cuánticos, pero que no conoce la química de los procesos de galvanoplastia, que maneja durante el día en la industria que trabaja? O ¿Qué **sabe leer de su mundo** un alumno del medio rural que **conoce** lo que son isótopos, pero que no sabe usar un fertilizante alternativo o corregir la acidez del suelo con ceniza? (Chassot, 2004, p. 122 [negrita del autor]).

El autor complementa, aún, diciendo que no podemos retornar a los orígenes de la enseñanza de Química, cuando

su conocimiento era *restringido, esotérico y privilegio de pocos iniciados* (p. 22).

Pero se crea un problema cuando la valorización de lo cotidiano pasa a sobreponerse a los demás aspectos discutidos, de tal forma que los hacemos menos importantes, o hasta dispensables, según presentaremos a continuación.

Supervaloración de lo cotidiano y negligencia de otros aspectos de la enseñanza de las ciencias

La negligencia de otros aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias apareció de forma más evidente cuando fue tratado el tema relacionado con la naturaleza de la ciencia de la Química (párrafo 3). Así, eso fue observado por algunos estudiantes como aspecto *desnecesario, una vez complejo*, del proceso de aprendizaje, pudiendo suprimirse por actividades de contextualización, más simples, proceso que comúnmente aparece como objetivo final de la enseñanza de Química.

Ent (Entrevistador). *¿Y sobre la tercera cuestión (párrafo)?*
E₅. *Yo creo que no era necesario estudiarla. Dependiendo de la situación, especialmente cuando tú eres el profesor, hay poco tiempo, creo que hay cosas que no necesitas estudiar (...).*

E₁₄. *Tienes un lenguaje específico de la Química y tienes que seguir eso, así, yo lo puse el último porque es posible cómo poder hablar sin eso, (...) Es posible que tú, con palabras diferentes, sin tener que usar una simbología, puedas explicar el fenómeno (...)*

Ent. *En esa pregunta también se habla de la importancia de la abstracción (...)*

E₁₄. *En verdad es importante, pero no en todos los casos, es más importante en la parte microscópica, aquello que la gente no ve (...) Es lo que tú dijiste para que yo lo intentase ver como un todo, y entonces yo lo acabé dejando (...) no como tan importante, no como tan relevante.*

E₁₆. *Y por último queda el tercero, debido a nombrar el lenguaje propio, el de las simbologías y de las «abstracciones» del asunto, creo que es posible dejar eso de lado, es posible dejarlo por ahí, teniendo en cuenta que nosotros vamos a trabajar con lo cotidiano (...) Es posible usar cosas prácticas, cosas cotidianas, para evitar dificultar el proceso.*

E₆. *(...) la tres yo no... Yo no vi así tanta... Me gustó la primera parte de la frase, que habla de una forma de ver y pensar el mundo, pero ahí cuando él habla de una simbología característica, creo que es simplemente como la matemática, ¿no? Ella tiene una simbología característica, la química también la tiene. Eso es importante. Pero creo que no es tan importante como lo es el uso de la química...*

Ent. *El habla del lenguaje, de la simbología y de la capacidad de abstracción. ¿Esos conceptos no son tan importantes en relación con la aplicación de la química?*

E₆. *No es que no sea importante (...) yo la creo importante en el momento en que tú la estás enseñando. Porque es una forma en la que presentas la química también, ¿no? Tú muestras cómo piensa un científico, cómo él ve el mundo de una forma diferente. Creo que es una presentación más (...)*

Cabe destacar que, en este fragmento, la estudiante 6 mezcla sus opiniones como estudiante y como futura profesora. Sin embargo, es evidente que las cuestiones acerca de la naturaleza y método de estudio y construcción del conocimiento de la Química aparecen en un plano introductorio, o sea, esos aspectos deben estar presentes durante la «presentación del curso», siendo más importantes la discusión de la aplicación de esa ciencia y sus contribuciones a la sociedad.

La supervaloración de lo cotidiano aparece también entre los estudiantes que ven en el debate de la naturaleza de la Química un aspecto importante a presentarse:

E₁₂. *Ahí puse la tres como importante, una de las más importantes también, debido al lenguaje y a la simbología que el alumno tiene que saber (...) Pero en mi opinión la más importante sería la número 1 (...)*

Ent. *¿Es más importante que el alumno tenga conciencia de que la Química (...) forma parte de su mundo, de que él conozca el concepto en sí?*

E₁₂. *Sí, creo que sí. Es más importante.*

La concienciación acerca de la participación de la Química en nuestras vidas y de la importancia del dominio de su conocimiento para comprender la realidad que vivimos, eventualmente, modificarla, tienen valor indiscutible. A pesar de eso, la simple asociación de ocurrencias cotidianas a fenómenos químicos estudiados en la escuela no garantiza o implica el real entendimiento de los conceptos y modelos que sostienen las explicaciones (científicas) para tales fenómenos.

Sólo tres estudiantes consideraron los aspectos presentados en el párrafo 3 como la esencia y objetivo de la ciencia Química, teniendo por tal motivo presencia indispensable en la enseñanza de esa materia. Dentro de esa percepción, los demás aspectos presentados aparecerían como puntos indiscutiblemente importantes, pero que servirían de «camino» para la comprensión de la discusión de la naturaleza de la Química, de su especificidad de lenguaje y forma de trabajo.

E₇. *Como profesor (...) lo primero es enseñar al alumno que la química está presente siempre en el día a día, en cualquier lugar. Después, para que tú la entiendas, necesitas trabajar con modelos, con conceptos, con cosas microscópicas. Entonces el poder de abstracción tiene que ser grande, ¿no?*

E₁₀. *No es que sea poco importante, en realidad son (los aspectos contenidos en el párrafo tres) los más importantes, pero yo pondría los otros primero en orden para explicarlo. Porque son aspectos que quizás podrían llamar la atención del alumno y si a él le parece interesante de lo que hablé en el comienzo quizás ponga atención en lo demás.*

E₁₃. *(...) Ciencia es exactamente eso, ¿no? Modificar una idea que está equivocada y tú (...) presentas una nueva idea. Cuando nosotros pensamos en términos de construcción de modelos, fue así como sucedió, ¿no?*

Ent. *¿Y sobre la cuestión de la abstracción?*

E₁₃. *Es esencial. Porque es difícil que tengas una idea de una cosa que tú no sientas (...) Por ejemplo, tú puedes ver*

cambios de color, un compuesto ácido-base, pero como tú explicas eso de ahí (...) es una cosa mucho más complicada. Por lo tanto, la abstracción es fundamental.

Llevando el debate hacia el campo epistemológico, creemos que la defensa indiscriminada de la contextualización como objetivo principal de la enseñanza de la Química se desarrolla con cierto nivel de empirismo (de hecho, todavía presentes en las aulas de ciencias en todos los niveles de secundaria). Así, el dominio del conocimiento químico aparece relacionado principalmente y/o únicamente en función de su correspondencia con fenómenos visibles, observables.

La postura descrita anteriormente se aproxima a una simplificación exagerada de la actividad científica, olvidando que la construcción de su conocimiento comienza, en realidad, en cuestionarse lo manifestado y lo evidente. De acuerdo con Echeverría (1993), el pensamiento empírico se origina y puede desenvolverse fuera de la escuela, ya que sus fuentes están vinculadas a la vida cotidiana de las personas. Promover en la escuela el pensamiento empírico lleva a que la enseñanza escolar contribuya muy poco al desarrollo de las capacidades intelectuales de los alumnos (Echeverría, 1993).

A pesar de lo expuesto, la defensa de la utilización de experimentos y ejemplos que se relacionan con el ámbito cotidiano aparece respaldada por los intereses despertados en los aprendices (como manifiesta E10 al referirse a la necesidad de «seducir al alumno hacia la ciencia», página 6). Sobre esa pertinencia, Bachelard contribuyó, alertando para el riesgo de un «falso interés», lo que indudablemente configura un obstáculo epistemológico para la formación del espíritu científico:

*(...) en la enseñanza elemental, las experiencias bastante trascendentes, llenas de imágenes, son falsos centros de interés. Es indispensable que el profesor pase continuamente de la mesa de experimentos a la pizarra, con el fin de extraer lo más rápido posible lo abstracto de lo concreto (...) Sin la racionalización de la experiencia determinado por la formulación de un problema, sin el constante recurso a una construcción racional bien explícita, puede acabar surgiendo una especie de **inconsciente del espíritu científico** (...) (Bachelard, 2005. p. 50-5; [negrita del autor]).*

Creemos poder extender aquí la racionalización de las experiencias a la racionalización de los ejemplos mencionados en clase, muchas veces considerados por aquellos que los reciben como meros hechos, cuyos vínculos con teorías y demás construcciones científicas no está claro.

Las discusiones sobre la naturaleza de la ciencia, del lenguaje científico y de los aspectos socio-científicos (Santos, 2007), sumadas a la cuestión del contenido (conocimiento) científico, configuran las distintas concepciones de alfabetización científica presentadas por Durant y Gregory (1993). Lo que defendemos en este artículo, estando de acuerdo con los autores mencionados, es la insuficiencia de uno u otro aspecto dejando de lado los demás. Es necesaria una propuesta integradora y, así, formadora de individuos más críticos y transformadores de su realidad.

Aún sobre lo discutido en el párrafo tres, la no importancia atribuida a su contenido (o hasta de su rechazo), muchas veces pareció estar relacionada con la ausencia de familiaridad de los estudiantes con las cuestiones concernientes a la naturaleza de la ciencia a que dedican sus estudios, caracterizando la tercera postura destacada.

El rechazo (o dificultad) de sostener debates acerca de la naturaleza de la química

Retomando algunas de las consideraciones teóricas ya expuestas, la investigación en educación química viene defendiendo la imprescindible integración entre sus dimensiones fenomenológica, simbólica y teórico-conceptual como habilidad indispensable para la comprensión y posibilidad de aplicación del conocimiento producido por esta ciencia. Algunas opiniones de los futuros profesores, sin embargo, sugieren la total desconexión entre los diferentes niveles de comprensión de fenómenos químicos y el consecuente distanciamiento de las particularidades y especificidades de la Química.

Ent. *¿Y por qué tú pusiste la tercera como el aspecto menos importante?*

E₉. *Forma de ver y pensar el mundo... Este asunto de simbología también... No creo que sea un aspecto tan importante. No veo la química como una forma de ver y de pensar (...) La primera parte no tiene nada que ver con la segunda (...)*

Ent. *¿Qué piensas sobre la abstracción? ¿La consideras importante?*

E₉. *(Silencio) Es...también, en mi opinión, no se encuadra. Para mí ese párrafo quedó muy confuso.*

E₁₅. *Creo que la Química no puede ser constantemente modificada. Creo que tiene parámetros propios y siempre sigue en ese modelo (...) Estoy de acuerdo que la química tiene una simbología propia. Pero creo que, de esta manera, no es necesario para que entiendas lo que está sucediendo, saber la simbología de la química ni la abstracción.*

Ent. *¿Y eso sería importante en otros casos? ¿Cuándo sería importante?*

E₁₅. *En un estudio más específico.*

Ent. *¿Y la cuestión de la abstracción?*

E₁₅. *No, yo creo que no lo es... La **abstracción de que hablas ¿como es?***

Los comentarios revelan la falta de argumentos cuando se inicia el debate acerca de la naturaleza, forma de construcción y presentación del conocimiento químico. Esa dificultad de diálogo refleja, a su vez, la inhabilidad muy probablemente como resultado de la ausencia de las reflexiones en un nivel epistemológico durante la formación inicial de esos estudiantes, e indudablemente influenciará negativamente en su práctica profesional, esté ella vinculada o no al dominio pedagógico. Citando a Maldaner,

Para considerar a alguien como iniciado en Química no basta con que sepa descifrar la simbología química, es necesario que conozca también el tipo de pensamiento usado en esa materia y entienda las especificidades metodológicas de la producción del conocimiento químico (Maldaner, 2003, p. 163).

En síntesis, el análisis de la actividad señala la importancia de que las reflexiones abarquen la naturaleza de la Química en los cursos de formación inicial de futuros profesores de esa disciplina. Colabora con esa afirmación la observada «suplevaloración de lo cotidiano» que parece tener una fuerte tendencia al empirismo, todavía presente en la clase de ciencias, observación que consideramos la más preocupante e importante entre los resultados obtenidos.

La necesidad de esa contextualización del conocimiento enseñado o aprendido parece «cortar» otras posibilidades de comprensión del conocimiento científico, oscureciendo sus finalidades reales y contribuciones para el engrandecimiento intelectual de aquellos que se proponen aprenderlo. Una vez más, destacamos que no se está afirmando que el pensamiento abstracto y descontextualizado sea superior a otras formas de pensar y actuar. Estamos, así como Maldaner (2003), sencillamente defendiendo el contacto con los instrumentos culturales propios de una sociedad científica, que es histórica, que es real.

CONSIDERACIONES FINALES. REFLEXIONANDO SOBRE EL PAPEL DE LA CONTEXTUALIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS

De acuerdo con Santos (2007), aunque diversas definiciones y objetivos para la educación científica resulten de las investigaciones hechas a lo largo de los años, las propuestas curriculares disponibles pueden agruparse en dos grandes categorías: una que incorpora las especificidades del conocimiento científico y otra que abarca las categorías relativas a su función social. Aunque sea una clasificación posible y, en muchos casos, útil, procuramos, a lo largo del texto, promover la reflexión sobre los perjuicios que la adopción exclusiva de una u otra práctica puede acarrear a la enseñanza deseada.

Los datos presentados y las reflexiones anteriormente propuestas demuestran una aparente diseminación de interpretaciones simplistas y reduccionistas de las propuestas elaboradas por el llamado movimiento CTS y por otras propuestas que defienden la inclusión del contexto social, político, económico y ambiental en la enseñanza. Más grave aún es darse cuenta de que esa propagación de ideas inadecuadas y restringidas tiene los propios cursos de formación inicial de profesores de ciencias como agentes multiplicadores.

No se puede olvidar que la formación científica de ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados, capaces de tomar decisiones y desarrollar acciones responsables (Auler y Bazzo, 2001) pasa por el dominio de las prácticas y construcciones científicas, así como su forma de trabajo y raciocinio, habilidades que aparecen, inclusive, como requisitos para la implementación del modelo CTS y de otras propuestas asociadas con ello (Teixeira, 2003). A través de la incorporación del conocimiento sistematizado, el alumno puede inferir en su realidad, transformándola (Teixeira, 2003).

La sistematización mencionada pasa, inevitablemente, por la mediación del docente, pues:

Las entidades e ideas, que son construidas válidas y comunicadas a través de las instituciones culturales de la ciencia, difícilmente serán descubiertas por individuos por medio de su propia investigación empírica: aprender ciencias, por tanto, compromete a iniciarse en las ideas y prácticas de la comunidad científica y transformar esas ideas y prácticas significativas a nivel individual (Driver et al., 1999, pp. 32-33).

Los debates y reflexiones anteriores permiten formular preguntas importantes que juzgamos imprescindibles para la práctica docente crítica y reflexiva: la clase docente convive con el discurso (actualmente muy presente) de que «tenemos que trabajar con lo cotidiano». ¿No existen límites para esa premisa, que muchas veces es presentada como la «medicina» para todos los males de la educación en ciencias? ¿Cuáles son las consecuencias para la defensa ciega de esa bandera? Esas cuestiones deben ser muy bien pensadas, de modo que se construya la formación deseada para nuestros estudiantes.

Las consecuencias son bien señaladas por Teixeira (2003) en el fragmento que sigue y finaliza, por el momento, nuestra contribución.

Como las personas poseen un conocimiento precario e incipiente sobre los aspectos de la ciencia y tecnología, como no reflejan sobre el impacto de esas actividades sobre la sociedad no comprenden el lenguaje de las ciencias, y no dominan mínimamente los códigos inherentes a esa área de actividades humanas, la tendencia es que se queden dependientes de los técnicos, científicos, investigadores, médicos, economistas, etc. Ahí realmente, la ciencia pasa a dictar lo que es cierto y equivocado, como si fuese un evangelio que dogmáticamente no se puede cuestionar (Teixeira, 2003, p. 1979).

Nos corresponde a nosotros, profesores que trabajamos en diferentes niveles de enseñanza, transformar o apenas retocar (¡reforzando!) el panorama esbozado en estas líneas.

NOTAS

1. Algunos de esos aspectos son mencionados por Carvalho y Gil-Pérez (1993) como conocimientos profesionales diversos que componen el acto de «conocer el contenido del curso» (p. 21-22).
2. Referencia a la expresión utilizada por Carvalho 2004, p.1, aunque con otro objetivo.
3. Esa actividad compone el cuadro metodológico de la disertación titulada *La desmedida enseñanza universitaria de Química: dificultades de los futuros profesores en la construcción del pensamiento químico* (Souza, 2007), cuyo interés fue el papel dado por futuros profesores de Química a los debates acerca de la naturaleza de esa ciencia en su formación y en situaciones de enseñanza-aprendizaje.
4. Queda aquí muy clara la historia del alumno en la formación de la figura del docente. De acuerdo con Carvalho y Gil-Pérez (1933): (...) *los profesores tienen ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza, debido a una larga formación ambiental durante el período en que fueron alumnos (...) La influencia de esa formación incidental es enorme porque responde a experiencias reiteradas y se adquiere de forma no reflexiva como algo natural, obvio, el llamado sentido común, escapando así a la crítica y transformándose en un verdadero obstáculo* (Carvalho y Gil Pérez, 1933, p. 26)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATKINS, P. (1999). Chemistry: the great ideas. *Pure and Applied Chemistry*, 71(6), pp. 927-929.
- AULER, D. y BAZZO, W.A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência e Educação*, 7(1), pp. 1-13.
- BACHELARD, G. (2005). *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (1999). *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: [s.n.].
- BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. (2001). *Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de química*. Brasília: [s.n.].
- CARVALHO, A.M.P. (2004). Critérios estruturantes para o ensino de ciências, en CARVALHO, A.M.P. (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning Editores.
- CARVALHO, A.M.P. y GIL-PÉREZ, D. (1993). *Formação de professores de ciências*. São Paulo: Cortez.
- CARVALHO, A.M.P. (2004). Critérios estruturantes para o ensino de ciências, en CARVALHO, A.M.P. (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira/Thomson Learning.
- CHASSOT, A. (2004). *Para que(m) é útil o ensino?* 2. ed. Canoas: ULBRA.
- DEL PINO, J.C., SILVA, S.M.S. y EICHLER, M.L. (2003). As percepções dos professores de química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina. *Química Nova*, 26(4), pp. 585-594.
- DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E. y SCOTT, P. (1999). Construindo o conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, pp. 31-40.
- ECHEVERRÍA, A.R. (1993). *Dimensão empírico - teórica no processo de ensino - aprendizagem do conceito de soluções no ensino médio*. Tese (Doutorado em Educação) -Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.
- DURAN, J. GREGORY, J. (1993). *Science and Culture in Europe*. Londres: Science Museum.
- JOHNSTONE, A. H. (1982). Macro and microchemistry. *The School Science Review*, 64(227), pp. 377-379.
- LASZLO, P. (1995) *A palavra das coisas ou a linguagem da química*. Lisboa: Gradiva.
- LODI, J.B. (1991). *A entrevista: teoria e prática*. 7. ed. São Paulo: Pioneira.
- LUDKE, M. y ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MORTIMER, E.F., MACHADO, A.H. y ROMANELLI, L.I. (2000). A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, 32(2), pp. 273-283.
- NEVES, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. *Caderno de Pesquisas em Administração*, 1(3), pp. 1-5.
- SANTOS, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), pp. 474-550.
- SCHNETZLER, R. P. (2002). A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 25(1), pp. 14-24.
- SHAMOS, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- SOUZA, K.A.F.D. (2007). *O ensino universitário de Química em descompasso: dificuldades de futuros professores na construção do pensamento químico*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química da UNESP – Araraquara, São Paulo, Brasil.
- SOUZA, K.A.F.D. y CARDOSO, A.A. (2008). Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 27, pp. 51-56.
- SOUZA, K.A.F.D. y CARDOSO, A.A. (2009). A formação em Química discutida com base nos modelos propostos por estudantes de pós-graduação para o fenômeno de dissolução. *Química Nova*, 32(1), pp. 237-243.
- TEIXEIRA, P.M.M. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, 9(2), pp. 177-190.

[Artículo recibido en septiembre de 2008 y aceptado en agosto de 2009]

APÉNDICE I

Guía utilizada en la actividad.

A continuación se representan algunos aspectos de la Química como ciencia:

1. *Cuando vemos expresiones del tipo «ese producto no contiene química», estamos frente a un equívoco comúnmente cometido por las personas y medios de comunicación. Esto sucede porque la Química está presente en todos los aspectos de nuestra vida, sea cuando consumimos o preparamos alimentos, hacemos uso de materiales como pinturas, madera y plásticos o cuando nos cepillamos los dientes.*
2. *La contribución tecnológica de la Química fue de gran importancia para la humanidad, pues proporcionó la producción de una gran cantidad de fármacos utilizados en el tratamiento de varias enfermedades, la sustitución de metales por los plásticos, la disponibilidad de diferentes combustibles, etc. Pero es importante recordar que ese avance también presenta su aspecto negativo, representado, principalmente, por los diversos males ambientales ocasionados por ella.*
3. *La Química es una forma de ver y pensar sobre el mundo, creada y constantemente modificada por los científicos, de tal forma que sus conceptos sólo pueden ser entendidos a través del uso de un lenguaje propio y simbologías características, además de la importante capacidad de abstracción, para que haya entendimiento de los fenómenos a nivel microscópico.*
4. *La Química, cuando está asociada al pensamiento matemático, permite hacer una serie de previsiones y discusiones acerca de los fenómenos y reacciones químicas de interés. Ejemplos son los estudios del equilibrio químico, de los cálculos estequiométricos y varios otros.*
5. *La Química no es más fácil o más difícil que las otras áreas de la ciencia. Para entenderla, es importante estar atento a las clases y procurar resolver los ejercicios que presenten los conceptos discutidos en clase.*

Organice los aspectos presentados en orden creciente de relevancia:

- i) para usted, como estudiante de Química
- ii) para usted, como profesor, seleccionando los aspectos de mayor interés para su enseñanza

Nothing too much: reflecting about the role of contextualization in science teaching

DE FREITAS DIAS DE SOUZA, KARINA APARECIDA¹ y ALVES CARDOSO, ARNALDO²

¹Departamento de Química Fundamental. Instituto de Química - USP. Brasil

²Departamento de Química Analítica. Instituto de Química - UNESP. Brasil

quimikarina@usp.br

acardoso@iq.unesp.br

Summary

Introduction

When the aims of science education are discussed, especially concerning the teaching of chemistry, a number of issues are frequently raised, that relate not only to the content, but also to the cultural and formative dimensions of the educational process. These include: (i) Comprehension of phenomena in a broad and integrated way, so that the student is able to critically judge the origin of information, whether from the traditional culture, the media or the educational institution; (ii) comprehension of the dynamic character of science as an human and historic construction; (iii) the search for explanation of observable and measurable facts, employing theoretical-conceptual models; (iv) recognition of the domain of chemical and mathematical language used to interpret macro and (sub)microscopic phenomena.

All of these aspects concerning the teaching of chemistry are interconnected, so that any unduly exaggerated emphasis on any individual aspect could prejudice the ideal of producing critical individuals, capable of transforming their social contexts.

This paper presents a brief review of trends in scientific literacy, and their implications in chemistry education. We also present an activity developed to discover the opinions of future chemistry teachers at a Brazilian university, concerning specific aspects of the teaching of this science.

Theoretical background

Given that it involves the mental manipulation of entities such as atoms and molecules, the domain of chemical knowledge surpasses the ability to describe phenomena and the capacity to associate them with everyday applications (although it clearly includes such aspects). The free transition between the phenomenological, symbolic and theoretical-conceptual levels of understanding is fundamental to the explanation of chemical systems and prediction of their behavior.

Adding such considerations to the definition of scientific literacy as a process which involves a deep knowledge of scientific concepts and epistemology, as well as the capacity to discuss, read and write about this knowledge in a non-scientific context, to be considered scientifically literate it is not sufficient that a student is able to macroscopically describe a phenomenon (such as combustion, for example). It is also necessary for the student to be able to predict, discuss and modify the phenomena presented to him/her, using appropriate concepts and scientific models.

Methodology

Five statements concerning different aspects of science teaching were presented to 15 Brazilian chemistry undergraduates: (1) Emphasis on everyday activity; (2) contribution of chemistry to technology, and the issue of "bad use"; (3) chemistry as a human construction, and epistemological aspects; (4) the contribution of mathematics to chemical knowledge; (5) links between the learning of chemistry and problem resolution.

After reading the statements, the students were asked to organize them, considering their relevance in teaching and learning situations. In a second stage, the students were asked to justify their preferences, explaining their impressions of the text fragments presented.

Results

Although this investigation has provided interesting observations, the positions of the students were limited, with issues concerning relevance to daily activity being overvalued, to the detriment of other important aspects of science teaching, and negation or difficulty related to discussions about the nature of chemistry as a science.

The results point to the dissemination of simplistic and reductionist interpretations of the CTS movement and other related proposals that emphasize the social, political and economic contexts of science teaching. Of particular concern is that the courses responsible for the training of future teachers act as multiplier agents for the dissemination of inadequate and restricted ideas.