

Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes

Chemical reactions and social representations of students

“... aprendemos principalmente lo que somos capaces de representar”

Serge Moscovici, 1986

Liliana Lacolla

*Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias –CEFIEC–,
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina*
lilianaele@yahoo.com.ar

Jesús A. Meneses Villagrà

Dpto. Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, Burgos, España
meneses@ubu.es

Nora Valeiras

*Dpto. Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*
nvaleira@com.uncor.edu

RESUMEN • La presente investigación incorpora el concepto de representaciones sociales al estudio de las ideas de sentido común que poseen los estudiantes acerca de las reacciones químicas. Se determina la estructura de esta representación social en alumnos de 16 años de manera previa al tratamiento escolar del tema. Se analizan las modificaciones que ha sufrido la representación social inicial, después de la enseñanza que ha sido llevada a cabo mediante una secuencia didáctica organizada para tal fin. Se comprueba que las representaciones socialmente compartidas tienen una importante incidencia en la construcción del campo conceptual de cambio químico.

PALABRAS CLAVE: representaciones sociales; reacciones químicas; cambio químico; niveles de representación.

ABSTRACT • This research incorporates the concept of Social Representations to the study of common sense ideas about chemical reactions held by students. The structure of the Social Representations in students of age 16 has been determined prior to addressing the subject in school. The paper considers the changes in the initial Social Representation which have taken place after teaching has been carried out by means of an organized teaching sequence implemented for this purpose. It is found that socially shared representations have an important incidence on the construction of the conceptual field of chemical change.

KEYWORDS: social representations; chemical reactions; chemical change; levels of representation.

Fecha de recepción: agosto 2012 • Aceptado: abril 2013

Meneses, J.A., Lacolla, L., Valeiras, N. (2014) Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 32.3, pp. 89-109

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se asume, al igual que lo hacen muchos otros autores, que el cambio químico es un contenido central, un concepto estructurante dentro de la enseñanza de la química (Izquierdo *et al.*, 2007; Merino Rubilar, 2009), es decir, un concepto cuya construcción “transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores” (Gagliardi, 1986). Por lo tanto, resulta trascendente toda investigación que pueda realizar aportes a la mejora del proceso de su enseñanza y aprendizaje.

No cabe duda de que la construcción en el aula del concepto de cambio químico presenta dificultades que han sido señaladas en numerosas investigaciones (Caamaño, 1998; Solsona e Izquierdo, 1999; Solsona y Martín del Pozo, 2004; Izquierdo *et al.*, 2007) y que se relacionan, en general, con los conflictos generados ante la idea de conservación de los átomos a pesar de los cambios. Al igual que otros conceptos químicos, muchas de las dificultades que los alumnos presentan a la hora de comprender este tema se fundamentan en la complejidad inherente a esta ciencia, que proviene de sus tres niveles de representación (Johnstone, 1982).

En este momento, se propone que la construcción del concepto escolar de cambio químico se ve también atravesada por aspectos representacionales que han sido contruidos socialmente por parte de los alumnos y que, de alguna manera, inciden en su aprendizaje. Se recurre, entonces, a la teor a de las representaciones sociales (RS) con el objetivo de ampliar la mirada sobre los problemas que habitualmente se producen en esta  rea. En tal sentido, se considera que dicho marco teórico permite no solo determinar la representación que los estudiantes poseen sobre las reacciones químicas antes de su abordaje en el aula, sino también su modificación después de la aproximación científica escolar tendiente a la construcción del concepto de cambio químico. La posibilidad de aplicar la noción de RS a la investigación sobre las prácticas escolares es un campo bastante novedoso, aunque ya ha sido considerado en otras investigaciones recientes (Graca *et al.*, 2004; Chacoma y Mazzitelli, 2008; Mazzitelli y Aparicio, 2010; Barbosa y Galvao da Rocha, 2010, y Cardoso, 2011). En general, estos trabajos est n enfocados a la relación de las RS con la motivación o los intereses de los alumnos, con las concepciones de los docentes acerca de la enseñanza y su desempeño en el aula, o también sobre las actitudes y discursos de profesores de ciencias acerca de la pedagogía. Con una mirada similar a la que aquí se asume puede señalarse la tesis doctoral de Sánchez Luján (2009), en la cual la autora afirma que “es posible la aplicación de esta teor a (la teor a de las representaciones sociales, TRS) para el rescate de las concepciones que se tienen de un concepto matemático”. En el presente artículo también consideramos posible aplicar este marco teórico para el estudio de las concepciones relacionadas con las reacciones químicas.

Resumidamente podemos decir que el concepto de representación social es bastante reciente; de hecho, Jodelet (1986) manifiesta que las primeras referencias hechas por Moscovici a este concepto datan de 1961. Sin embargo, la complejidad de este fenómeno es tal que Moscovici mismo (citado por Ib n ez, 1988) afirma que “... si bien es fácil captar la realidad de las representaciones sociales, no es nada fácil captar el concepto”. Las representaciones sociales aparecen en la intersección entre “el juego de la ciencia y el juego de sentido común”,¹ y se conciben como una forma de entender cómo el conocimiento producido en el ambiente académico pasa a formar parte del sentido común de la gente.

En la época actual puede considerarse que desempeñan un papel relevante ante las nuevas formas de comunicación, que permiten la difusión de los avances de la ciencia de manera rápida y con amplia cobertura. Este hecho origina que una gran mayoría de los individuos no instruidos en cuestiones científicas sea *bombardeada* cotidianamente por gran difusión de términos y teorías que deben asimilar. De este modo, un ciudadano *común* cuyo pensamiento *científico* se basa fundamentalmente en lo percep-

1. Se hace referencia al libro de Moscovici y Hewstone (1986).

tivo y las teorías implícitas transforma las informaciones científicas que recibe en una *ciencia popular* que incide sobre su manera de ver y dar sentido al mundo. Muchas veces estas ideas son erróneas o alternativas a las concepciones científicas, y se vinculan ideas con las RS como construcciones que, en cuanto a su sistematicidad pueden equipararse, según Alasino (2011), al conocimiento científico, es decir, que no son ideas desconectadas sino relacionadas como una red de significados, compartida por un grupo social y hacen inteligible para ellos la realidad.

Se asume aquí que las RS que los alumnos poseen de manera previa al abordaje escolar de la temática reacciones químicas deberían haberse conformado a través de la información circulante en los medios y en la sociedad en la que habitan, así como también por conocimiento constituido a través de su escolaridad previa y surgida de la interacción con el mundo cotidiano y con sus pares. Por tal motivo se proponen como objetivo determinar inicialmente la estructura de esta RS, identificando los componentes y centralidad de estos, como muestra de la primera interpretación que los estudiantes dan al fenómeno que pretendemos enseñarles.

Posteriormente, la determinación se repite una vez que los estudiantes han completado el abordaje de una secuencia didáctica elaborada para el desarrollo escolar del tema cambio químico. De la comparación entre la nueva RS surgida y la que inicialmente había sido detectada, además de otras producciones de los estudiantes que son analizadas, se espera comprobar que en la construcción de los conceptos que involucran algunos temas del currículo de química intervienen también las representaciones socialmente compartidas, que influyen en la adquisición de dichos saberes.

Creemos que este trabajo está ampliamente justificado porque hay muy pocas indagaciones que han considerado la necesidad de tener en cuenta la influencia de las variables sociales en la conformación de los conceptos químicos en el aula, y mucho menos las RS acerca de los fenómenos químicos que los alumnos poseen. Tal como afirman Naranjo y Segura (2009), “en cuanto a la Química, se hace necesario ahondar en el tema de la RS para enriquecer de alguna manera los escasos conocimientos que se tienen en el escenario del aprendizaje de la misma”.

ANTECEDENTES TEÓRICOS

Algunas de las principales dificultades en el campo de la enseñanza de la química, las que provienen de la propia naturaleza de esta ciencia, ya han sido caracterizadas por Johnstone (1982) en la figura de un triángulo y retomadas posteriormente por numerosas investigaciones hasta la actualidad (Russell *et al.*, 1997; Galagovsky *et al.*, 2003; Casado y Raviolo, 2005, y Galagovsky *et al.*, 2009, entre otros).

Según el propio Johnstone (2010), el triángulo tuvo sus orígenes en la geología, área en la que diferentes composiciones minerales fueron asumidas como combinaciones de tres posibles componentes: dióxido de silicio, óxido de magnesio y óxido de calcio. Así, los vértices de la figura representan los compuestos puros y, cada uno de los lados, diferentes minerales que contienen distintas combinaciones, ubicados según las proporciones de dos de los componentes nombrados. Por ejemplo, un mineral que posee en su composición un 50% de dióxido de silicio y 50% de óxido de magnesio será representado en el triángulo mineral con un punto ubicado en el centro del lado que une los vértices que representan ambos componentes. De igual manera, los puntos internos de la figura representan diferentes combinaciones de los tres componentes en la composición de un determinado mineral. Así, un punto dentro del triángulo tiene referencias en cada uno de los lados de este y sus coordenadas coinciden con la proporción que presenta cada óxido en el mineral, es decir, su composición porcentual.

Basándose en esta representación del mundo mineral, Johnstone propone que los tres *componentes* o modos de pensar la química (y que para este autor suelen ser enseñados simultáneamente, incluso en un mismo párrafo) se combinan en diferentes proporciones que pueden ser también simbolizadas recurriendo a un triángulo. De esta manera, afirma que el estudio de la química en la escuela se trans-

forma en una sobrecarga para el principiante, ya que su enseñanza resulta de la combinación de los tres niveles de representación que esta ciencia posee y que se resumen en el triángulo que aparece en la figura 1. Esta simultaneidad explicaría las dificultades de los estudiantes a la hora de comprender sus conceptos.

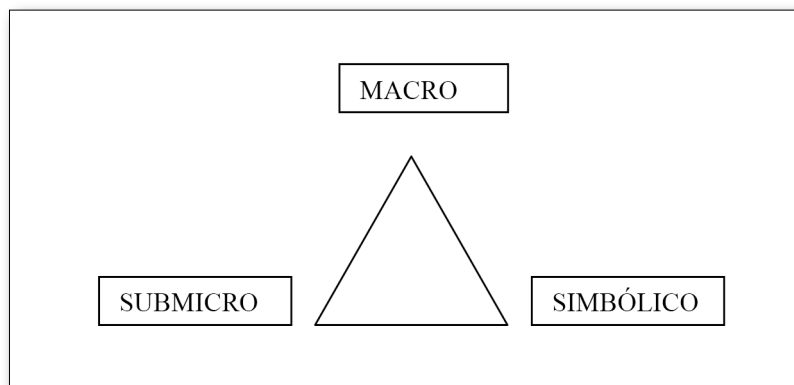


Fig. 1. Triángulo de Johnstone que representa los tres niveles de representación que caracterizan a la química

Los profesores, como expertos en el tema, dominan todas sus interrelaciones y combinaciones, por lo que habitualmente, durante las clases, recurren a referencias que corresponden en diferente proporción a cada uno de los mencionados niveles. Para los estudiantes, en cambio, cada nivel de representación requiere un aprendizaje de códigos diferentes. Por ejemplo, en una experiencia de laboratorio relacionada con el cambio químico, las observaciones de reconocimiento de propiedades o las mediciones de volúmenes de gases desprendidos, así como cualquier otra manifestación del proceso son hechas a nivel macroscópico con un lenguaje científico que es necesario aprender. Así mismo, las interpretaciones de cualquiera de estas evidencias deben ser realizadas recurriendo a las consideraciones teóricas de la ciencia escolar, así como a sus modelizaciones, que pertenecen al nivel submicroscópico. Finalmente, el lenguaje universal de la química son las fórmulas y ecuaciones que representan las reacciones y el alumno debe también ejercitarse en este nivel simbólico para representar el cambio ocurrido.

A partir de estos planteamientos puede entenderse la dificultad que involucra el dominio del *campo conceptual* (Vergnaud, 1990) del cambio químico por parte de los estudiantes, ya que, como otros conceptos centrales de la química, reúne en él factores que pertenecen al nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico. Al respecto, diversos autores (Gabel, 1993; Gabel, 1999; Johnstone, 2010; Galagovsky, 2010) han llevado a cabo investigaciones que reafirman estos conflictos.

Por otro lado, en el área de la didáctica de las ciencias, las concepciones alternativas (ideas previas o *misconceptions*) de los estudiantes han sido una fuente de investigación muy importante desde hace más de veinte años (Driver, 1985; Driver *et al.*, 1996; Furió, 1996; Pozo *et al.*, 1991). Prueba de ello son los verdaderos *catálogos* de dichas ideas de sentido común sobre temas científicos a los cuales los docentes recurren para conocer el pensamiento de sus alumnos antes de iniciar el abordaje científico de toda temática en el aula. En artículos más recientes los autores reconocen que el conocimiento cotidiano "conforma una estructura conceptual intuitiva, muy arraigada, que precede a la enseñanza formal, difiere de los conceptos científicos y, en consecuencia, genera interferencias en el aprendizaje" (Mazzitelli y Aparicio, 2010).

Dentro de esta línea, y ya en el terreno de la enseñanza de la química, hay un extenso material surgido de investigaciones respecto a cómo ven los jóvenes estudiantes el mundo y sus cambios, al tener sus primeras aproximaciones a esta disciplina en la escuela (Duschl, 1995; Limón y Carretero, 1997;

Llorens, 1991; Kind, 2004; Prieto y Watson, 2007; Pozo y Flores, 2007). Por lo dicho, es aceptado que los jóvenes llegan al aula con una “química de sentido común” que presenta particularidades largamente estudiadas en estas y otras investigaciones.

Creemos conveniente, en este momento, ampliar la mirada sobre las dificultades que surgen en el aprendizaje de los conceptos químicos, a partir de concepciones previas a la instrucción escolar, transfiriendo un marco teórico que ha sido utilizado inicialmente en el ámbito de las ciencias sociales. Es en esta área en la cual se han llevado a cabo investigaciones que determinaron de qué manera ingresa en la sociedad la comprensión de un fenómeno desconocido, demostrando que cuando los conceptos científicos surgen en ella, los individuos tratan de interpretarlos desde su conocimiento cotidiano. Por una serie de procesos toma cuerpo la *representación social* que transforma los términos desconocidos en una *ciencia popular*, que además incide sobre la manera de ver las cosas y de actuar de cuantos pertenecen a una determinada casta social (Moñivas, 1994). Como ha sido mencionado anteriormente, desde hace pocos años la noción de representación social ha comenzado a ser aplicada a la investigación escolar.

Para Moscovici (1979), las RS se pueden definir como:

... una modalidad particular del conocimiento, cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos (...) La representación es un corpus organizado de conocimientos y una de las actividades psíquicas gracias a las cuales los hombres hacen inteligible la realidad física y social, se integran en un grupo o en una relación cotidiana de intercambios y liberan los poderes de su imaginación.

Retomando la temática de las reacciones químicas, en el presente trabajo se comparte el criterio de *estructurante*, con el que Gagliardi (1986) califica este verdadero campo conceptual, ya que la comprensión por parte de los estudiantes de sus aspectos distintivos y característicos envuelve una serie de conceptos básicos y fundamentales de la química, que avalan su centralidad. También se asumen las dificultades de aprendizaje que los alumnos muestran, largamente analizadas por Johnstone y otros muchos autores, y que han surgido de los ya mencionados niveles de representación que la química posee. Pero, en este momento, se propone que la construcción del concepto de cambio químico en el aula se ve también atravesado por aspectos representacionales que han sido construidos socialmente por parte de los alumnos y que de alguna manera inciden en su aprendizaje.

Tal como ha sido planteado, la teoría de las RS permite estudiar el pensamiento social o el conjunto de conocimientos implícitos que un grupo determinado (en este caso quienes comparten una clase) tiene en un momento concreto sobre un objeto de estudio. De acuerdo con lo afirmado por Moscovici (1979), es necesario que dicho objeto tenga una relevancia cultural y que “se encuentre implicado en una práctica de grupo”.

En esta investigación se considera aplicable la restricción anterior, pues se verá que resulta un concepto de construcción social que los individuos han ido construyendo a través del tratamiento que socialmente se hace del tema. En tal sentido, y a manera de referencia, en la sociedad en la que vivimos se pueden mencionar numerosos ejemplos de reacciones químicas que aparecen caracterizados de forma estereotipada en los medios de comunicación y también en cómics, películas, dibujos animados, etc. Pero además, y tal como se ha justificado anteriormente, se trata de un concepto que adquiere importancia fundamental dentro del campo de la química, y este hecho avala todo intento de mejorar su aprendizaje.

Tal y como sostienen Mazzitelli y Aparicio (2009), se considera que las representaciones sociales que un grupo elabora sobre algo que debe realizar, o enseñar o aprender, definen sus objetivos y procedimientos específicos, lo que seguramente incidirá en los resultados que se obtengan. Por otro lado, no debemos olvidar que el aula se constituye en un medio social en el cual los sujetos interactúan y al mismo tiempo se ven implicados en prácticas sociales de grupo mediante las cuales dan significado, entre otras cosas, a los conceptos que como docentes pretendemos enseñarles.

Partiendo de los aspectos enumerados anteriormente quisimos comprobar que la formalizaci3n de lo que se considera un verdadero campo conceptual del cambio químico se comienza a materializar en la escuela sobre las RS que los estudiantes poseen, comparten, traen al aula y construyen en este ámbito acerca del tema.

Como ya se ha mencionado, el presente artículo se basa en parte en una investigaci3n más amplia (tesis de la Universidad de Burgos) acerca de las RS sobre las reacciones químicas que comparten los estudiantes con otros miembros de la sociedad y su relaci3n con las dificultades que presenta el dominio del campo conceptual cambio químico en el aula. Para lograrlo se recurri3 a los aportes de las consideraciones de Abric (2001), en cuanto a la necesidad de identificar el núcleo central de toda representaci3n y configurar de esta manera su estructura y comprender las características que los individuos confieren al concepto en cuesti3n.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Se llev3 a cabo un estudio de naturaleza mixta, con aportes de la metodología cualitativa y cuantitativa, para determinar la RS que los j3venes poseen inicialmente respecto a las reacciones químicas. Por medio de una segunda indagaci3n, tras el abordaje de la temática *cambio químico* en el aula, se determinaron las modificaciones que evidenci3 la estructura de la RS que había sido detectada inicialmente. Estos indicios, junto con otras manifestaciones estudiadas, permitieron inferir los esbozos de la construcci3n del modelo escolar que se esperaba generar en el aula y compararlo con las primeras concepciones reveladas en los estudiantes.

La indagaci3n se lleg3 a cabo con 51 alumnos de cuarto año (de 16 años de edad) de dos cursos paralelos de una escuela de enseñanza media. Es una escuela estatal de la ciudad de Buenos Aires, a la cual concurren alumnos de clase media. Por ser un colegio de orientaci3n contable (es decir, que prepara a los estudiantes para proseguir estudios universitarios de contador público o carreras similares) es baja la carga horaria asignada a las asignaturas científicas: solo cursan en tercer año la materia Introducci3n a la Física y Química, en la que se abordan diferentes magnitudes, las propiedades de los materiales y el manejo básico de la tabla peri3dica. En cuarto año tienen Física y Química como asignaturas independientes, cada una con apenas dos horas de cátedra consecutivas de cuarenta minutos cada una. El presente estudio, como se ha dicho, se llev3 a cabo en Química de cuarto año.

Al comenzar la presente investigaci3n se determin3 la estructura de la RS que los estudiantes poseían acerca de las reacciones químicas mediante la *evocaci3n*, metodología que más adelante se detalla. Cabe destacar que la temática *reacciones químicas* como tal no había sido aún abordada en el aula por ellos, ya que durante la primera parte del año solo se desarrollaron en el curso aspectos relativos a las soluciones acuosas, análisis de propiedades peri3dicas y nociones sobre uniones químicas.

La técnica utilizada en esta investigaci3n, la evocaci3n libre, es ampliamente conocida por otras investigaciones en ciencias sociales (Abric, 2001; Morales, 2008; Chacoma *et al.*, 2009), en las que los investigadores recurren a este método y generalmente lo hacen pidiendo a los encuestados que registren una serie de palabras clave que vienen a su mente cuando se les propone algún desencadenante de la evocaci3n. En nuestro estudio se consult3 a los estudiantes sobre las ideas que acudían a su mente cuando pensaban en una reacci3n química. Se les solicit3 que, de manera individual, pusieran por escrito esta evocaci3n, idealmente en el formato de no menos de cinco palabras clave.

Dada la dificultad de expresi3n de los adolescentes, manifiesta sobre todo en el caso de creencias arraigadas de manera implícita, se les ofreci3 también la opci3n de escribir algunos párrafos, si les resultaba más sencillo, y luego subrayar las palabras que consideraran representativas en estas frases, para determinar las que ellos consideraban palabras clave. Luego también se les solicit3 que las numeraran

según su orden de importancia, por lo cual a cada una se le asignó un número de orden (o rango) comprendido entre el 1 (mayor importancia) y el 5 (menor importancia).

Los investigadores en ciencias sociales afirman que el carácter espontáneo de esta acción permite a los sujetos poner en juego su acción proyectiva y facilitan al investigador el acceso a los elementos que constituyen el universo semántico del término o del objeto estudiado. Abric (*op. cit.*) asegura que la asociación libre permite actualizar elementos implícitos o latentes que serían ahogados o enmascarados en las producciones discursivas. Por lo cual, se puede afirmar que las asociaciones libres permiten acceder a los núcleos figurativos de la representación. Creemos que resulta apropiado transferir algunas técnicas de investigación de las ciencias sociales al campo de la enseñanza de las ciencias, en la búsqueda de nuevas soluciones para los problemas que se plantean específicamente en el aprendizaje de la química y revalorizando también el carácter social que posee toda acción de enseñanza. En este sentido, hemos creído conveniente la combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas para la obtención de resultados de mayor confianza.

Las palabras evocadas por los estudiantes son útiles para identificar el núcleo, así como el sistema periférico de la RS que este grupo de individuo posee respecto al tema, mediante su tratamiento con el programa de Análisis de la Evocación (EVO) que es utilizado posteriormente. Al aplicar este programa estadístico, se recurre a los siguientes indicadores: *a*) la frecuencia con que es citado cada ítem evocado por la población encuestada y *b*) el rango de orden de aparición en dicha asociación, es decir, el lugar ocupa el término en la lista de palabras evocadas por cada sujeto.

Al combinar en el programa de análisis los criterios de frecuencia y rango de ubicación se conforma la centralidad de cada palabra, cuestión imprescindible para determinar el núcleo que caracteriza la RS (Abric, 2001).

De esta manera, según la relación *rango* frente a *frecuencia* que establece el software utilizado, una vez ingresados los términos citados por cada entrevistado, aparecen agrupadas las palabras evocadas por los estudiantes en diferentes regiones o cuadrantes: la región central y las regiones periféricas. La zona en la cual se ubican las palabras que resultan mayormente nombradas en los primeros lugares (en el orden de evocación) y con mayor frecuencia (es decir, citadas por mayor número de estudiantes) constituye el núcleo de la RS. En nuestro caso, el núcleo central (cuadrante superior izquierdo, figura 2) resulta integrado por las palabras con mayor frecuencia de aparición en la evocación, que han sido citadas en los primeros rangos (frecuencia igual o mayor que 10 en un rango medio inferior a 2,5).² El núcleo será el eje que le otorgue sentido a la RS, dado que este componente cumple con la función de otorgar el significado a la representación y además organizar el resto de los elementos que la constituyen (Abric, 2001; Petracci y Kornblit, 2007).

En los cuadrantes segundo, “primera periferia” (situado arriba y a la derecha), y tercero, “segunda periferia” (situado abajo a la derecha), de la figura 2 se incluyen las palabras que presentan contradicción entre el criterio de frecuencia y el rango. Es decir, en el segundo están las palabras que han sido citadas un alto número de veces (mayor que 9), pero relativamente ubicadas en las posiciones más alejadas (es decir, con un rango medio superior al promedio de 2,5), y en el tercero están las palabras que han sido citadas un bajo número de veces (menos que 9), pero situadas en las posiciones más cercanas (rango medio inferior al promedio de 2,5). Por último, en el cuadrante inferior izquierdo se localizan los términos periféricos, es decir, los poco citados y en las posiciones más alejadas de la media (rango mayor que 2,5).

Los investigadores consideran que las palabras que aparecen en el primer cuadrante corresponden al núcleo de la RS que los estudiantes ostentan, y que en los otros sectores se presentan los elementos periféricos de esta.

2. Valores que han sido fijados en la presente investigación.

Abrió (citado por Mazzitelli y Aparicio 2010) afirma que “dos RS son distintas solo si sus núcleos son diferentes” y que en el núcleo la estabilidad de los elementos garantiza la permanencia y el carácter innegociable de la representación. Por ello, después de haberse abordado el estudio formal de la temática *cambio químico*, se propone una nueva evocación y tratamiento estadístico de las palabras citadas con el objetivo de detectar los cambios que se hubieran producido en la composición de la RS inicial.

Sin embargo, y dado que esta sola determinación no resulta suficiente para nuestro análisis, de manera simultánea con el tratamiento de la temática *reacciones químicas*, en clase se han ido recogiendo otras manifestaciones escritas de los estudiantes que permiten identificar los cambios surgidos en los modelos mentales utilizados por ellos para resolver las situaciones problemáticas planteadas. Aunque no se analizan en el presente artículo, este complemento cualitativo nos permite, además, descartar las posibilidades de un mero aprendizaje memorístico por parte de los estudiantes de los términos que resultan “científicamente apropiados” para definir el cambio químico y validar así los resultados obtenidos en la segunda evocación, al igual que la determinación de sus representaciones *posinstruccionales*.

PRIMEROS RESULTADOS Y SU ANÁLISIS

Tal y como se ha comentado con anterioridad, mediante la primera evocación son citadas por los 51 alumnos 183 palabras, en diferentes rangos de orden e importancia, de las cuales 68 fueron diferentes. Esto ha sido así porque los términos muchas veces se repiten y porque algunos estudiantes escriben un número menor de palabras al solicitado, tal como se aprecia en las transcripciones a modo de ejemplo. Los términos evocados, que en primer lugar se transcriben en un archivo adecuado y luego son automáticamente organizados por el programa estadístico según su frecuencia y orden de citado, fueron los siguientes:

Unión, varios, componentes, solución, líquido, mezcla, dos, sustancias, semejantes, transformación, visible, quemar, ceniza, elementos, ver, resultado, reacción, color, visible, cambio, químico, daño, unión, dos, combinar, humo, ruido, color, irreversible, quemar, ceniza, aspecto, olor, causa, mezcla, compuestos, explosión, chispa, varios, elementos, transformar, experimento, efecto, químico, encender, fósforo, alteración, forma, estado, inesperada, incompatible, volátil, diferente, choque, produce, electricidad, alteración, temperatura, forma, juntar, fundir, luz, químico, catástrofe, metal, temperatura, altera y origen.

Como se ha dicho, los datos fueron cargados en el programa estadístico EVOC, que permite combinar criterios de orden y rango de frecuencia de las palabras citadas por cada estudiante. Este programa facilita las tareas que podrían también desarrollarse con cualquier otro paquete estadístico, y mediante esta operación se pueden identificar los componentes centrales de la RS (núcleo) que la mayoría de los estudiantes comparte al iniciar sus estudios sobre el tema, así como los términos periféricos de esta.

A modo de ejemplo, reproducimos algunas evocaciones de diferentes alumnos, identificados por el número de orden alfabético según su apellido y el curso en el cual se encuentran:

- 10. 4.2.: “es una *explosión* en el *laboratorio*” [estudiante cuyo número de orden, según listado alfabético, es 10, de cuarto año, segunda división].
- 25. 4.1.: “*mezclas sustancias* y dan *luz, humo y color*”.
- 17. 4.1.: “es la *mezcla* de *componentes* y aparece una *explosión inesperada* porque son *incompatibles*”.
- 9. 4.2.: “cuando se *mezclan dos sustancias* y *cambia el color*”.

En cada caso, la cursiva permite identificar las palabras que han sido tomadas para la presente investigación.

Una captura de pantalla, representada en la figura 2, permite visualizar los cuadrantes que grafica el programa, una vez que han sido clasificadas las palabras ingresadas.

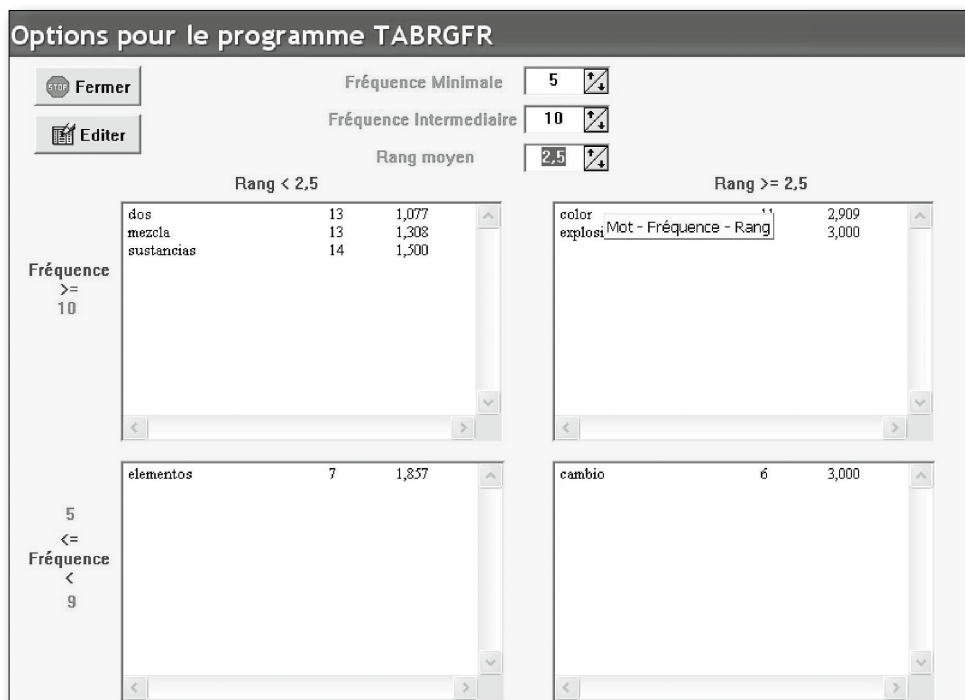


Fig. 2. Pantalla del programa EVOC con las palabras evocadas y distribuidas en los cuatro cuadrantes

En este caso es interesante destacar, como se analizará más adelante, que las palabras citadas que aparecen en el cuadrante superior izquierdo configuran el núcleo de la RS y pertenecen mayoritariamente a la dimensión cotidiana y macroscópica del proceso: *dos*, *mezcla*, *sustancias*.

Como una primera interpretación, se podría considerar que, en realidad, los estudiantes hacen referencia a la necesidad de mezclar, poner en contacto (dos o mas reactivos) para que la reacción ocurra. Esta interpretación confirma la presunción esbozada durante una investigación preliminar que recurría al mismo tipo de evocación, en la cual, además de encontrarse la palabra *mezcla* en los primeros puestos, aparecían términos como *unión*, *dos* o *más*.

De este modo se ratifica la interpretación dada, que también se evidencia en la representación gestual que suelen realizar los estudiantes cuando se les interroga sobre lo que se entiende por reacción química: suelen parodiar la mezcla de dos líquidos, uno sobre el otro.

Tal y como se evidencia en la figura 3, en los otros cuadrantes comienzan a aparecer conceptos que completan la conformación de la representación. Por ejemplo, en el segundo cuadrante (reflejado en el primer cinturón protector en dicha figura) se sitúan dos de las referencias macroscópicas que más han sido citadas en las evocaciones: *color* y *explosión*.

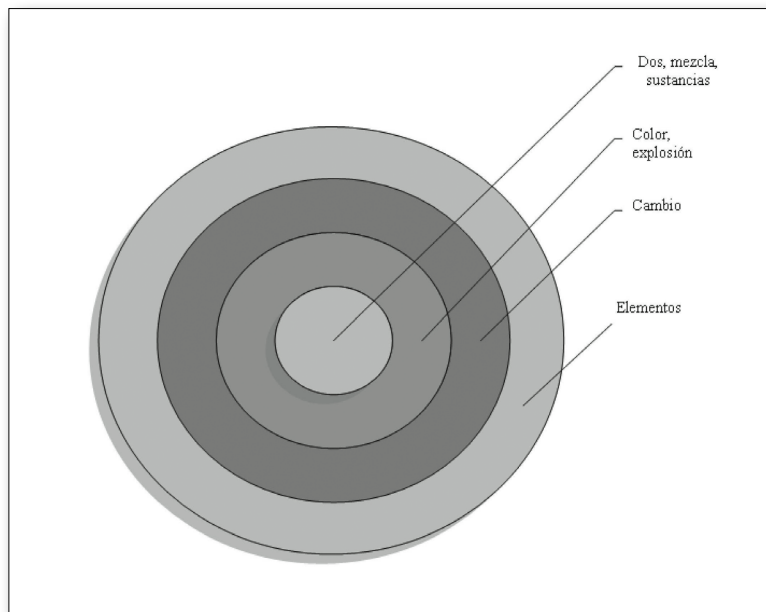


Fig.3: Composición de la RS de los estudiantes.

A modo de ejemplo, algunas respuestas de los estudiantes son las del cuadro 1:

Reacción química me suena a la mezcla de sustancias, (que cambia, de color, explote o haga burbujas).

Pienso que una reacción química, es cuando mezclamos dos compuestos químicos y produce algo, puede llegar a ser una explosión, o brillo, o una chispa...

se mezclan compuestos químicos y provoca una explosión Catástrofe.

Cuadro 1. Respuestas de los estudiantes sobre lo que creen que es una reacción química

Es necesario destacar que el término *explosión* no resulta ajeno a la RS que se genera en el común de la gente por la circulación del sentido que los medios de comunicación les asignan a las reacciones químicas. Esto ha sido detectado en otro apartado de la misma investigación, cuyos detalles forman parte de un artículo, a día de hoy inédito, sobre las representaciones sociales y las reacciones químicas.³

En el citado artículo se analiza la RS detectada mediante evocación en un grupo aleatorio de individuos representantes de nuestra sociedad, al consultarles sobre las reacciones químicas. De esta manera

3. Aceptado para ser publicado en la revista *Educación Química* de la UNAM.

fue posible encontrar principalmente el citado término *explosión* en la RS compartida por los individuos de esta sociedad, en la cual también se hallan los estudiantes.

En cuanto al término *color*, también hay que aclarar que en las respuestas de los jóvenes que hacen referencia a dicha palabra esta aparece como signo evidente de la producción de una reacción, del mismo modo que otros mencionan el humo, el brillo o las chispas y las burbujas. En general, se puede decir que los términos citados por los alumnos remiten a evidencias macroscópicas del desarrollo de una reacción química, tal y como ellos se las imaginan.

También entre los elementos periféricos aparece una referencia que puede ser asociada con lo perceptivo (referencias de orden macroscópico). Se trata de la palabra *cambio*, que se asume representativa de una de las conexiones más fuertes que los alumnos establecen con su criterio de reacción química, tal como se ha dicho: la visión de señales que la hacen evidente, preferentemente explosiones, humo y colores llamativos. Es decir, que ellos esperan que exista una evidencia, un cambio visible asociado a la reacción química, y focalizan en la posibilidad de estas características perceptibles su concepción.

En resumen, se puede afirmar que en un principio el sentido común solo permite entender una reacción química producida por el contacto de dos sustancias, dentro de un modelo que la configura como un estado, un hecho instantáneo, que se revela por algunas propiedades observables y cuya causalidad es lineal: una causa produce el efecto observado. En este primer momento, las otras evidencias recolectadas en la investigación confirman que los estudiantes solo son capaces de hacer una descripción de hechos observables evidentes o remitiéndose a características que surgen de la representación que socialmente comparten respecto a lo que implica una reacción química.

El objetivo escolar que se espera alcanzar se puede sintetizar en el intento de lograr que los estudiantes pudieran comprender los cambios químicos a la manera de un proceso, al adquirir una dimensión holística en el enfoque que les permita la explicación de este mediante las múltiples relaciones que envuelve, relativizando la importancia de los signos evidentes de su ocurrencia. De esta manera, se asume que les será posible llegar a la concepción de un sistema, en el que existen interacciones de partículas, las cuales permanecen aunque se rompan ciertas uniones y se establezcan otras, lo cual les permitirá iniciar la construcción del concepto de cambio químico.

Con este objetivo como meta, se recurre a la aplicación de un módulo didáctico que ha sido elaborado para lograr esta reconstrucción de significados, por medio del cual los alumnos deben resolver diferentes situaciones planteadas, de manera que se vaya avanzando en la conceptualización buscada. Así, se comienza a recorrer el camino hacia un nivel de comprensión mayor del concepto de cambio químico, tal como lo plantea Borsese (1997), o según lo expresa Johnstone (2010), complementando en la enseñanza el nivel macro, mediante el apoyo de los niveles submicroscópico y simbólico o representativo.

El eje del módulo diseñado para este fin se ubica en el proceso de combustión y su importancia en la historia de la humanidad, dando así relieve al tratamiento social de las reacciones químicas y permitiendo también instancias de modelización y argumentación por parte de los estudiantes, que trabajan en clase distribuidos en pequeños grupos.

En otras palabras, mediante el abordaje didáctico del tema del cambio químico en el aula se espera facilitar el dominio por parte de los alumnos, del que se puede considerar un verdadero “campo conceptual” en el sentido en el que Vergnaud (citado por Moreira, 2002) entiende que se organiza el conocimiento y cuyo manejo por parte de los estudiantes solo se logrará tras un periodo prolongado de tiempo. Durante esta etapa del proceso, en este momento, se aspira a que logren la interpretación de las características de las “reacciones químicas”, a la luz de un modelo que se considere aceptable bajo el punto de vista de la ciencia escolar.

Es necesario tener en cuenta que un campo conceptual incluye numerosas facetas y, por lo tanto, es un complejo “conjunto de problemas y situaciones cuyo tratamiento requiere conceptos, procedimien-

tos y representaciones de tipos diferentes pero íntimamente relacionados” (*op. cit.*), plagado, además, de relaciones entre los diferentes niveles de representación de la química, el cual se aspira que los alumnos puedan comenzar a dominar mediante este proceso de enseñanza con enfoque constructivista.

Para lograr este propósito, las diferentes estrategias de aula se plantearon a partir de la RS detectada, con el objetivo de incorporar a estos aspectos imprescindibles para la construcción de un modelo aceptable del cambio químico. Para ello se diseñaron situaciones problemáticas, desafíos cognitivos, actividades para explicitar modelos implícitos y también acciones relativas a la evolución de las habilidades cognitivo-lingüísticas por parte de los estudiantes. El objetivo fue que pudieran llegar a interiorizar un modelo de cambio químico inicial y dinámico, a partir del cual podrá seguir modificándose y complejizándose al proseguir los jóvenes los estudios posteriores y realizar nuevas reflexiones sobre el concepto en cuestión.

Para analizar la modificación que pudiera haberse producido en la RS inicialmente detectada al término del periodo en el cual se desarrollaron estas actividades escolares (alrededor de ocho semanas de trabajo), se volvió a determinar la representación de los jóvenes respecto a las reacciones químicas, recurriendo a la misma metodología de evocación. Se comentan a continuación los datos recogidos con la segunda determinación que se llevó a cabo con los estudiantes.

LA SEGUNDA EVOCACIÓN. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de la primera evocación permitieron considerar que, tal y como se suponía, los estudiantes están lejos de ser una tabla rasa respecto al tema de estudio; sin embargo, poseen una representación compartida (aunque no adquirida en el ámbito estrictamente escolar) de lo que entienden por reacción química.

En resumen, se puede decir que el significado que los estudiantes dan a este concepto forma parte de una representación que ha sido constituida a partir de la información recibida y transmitida por tradiciones, educación y la comunicación social, entre otras fuentes. El núcleo de esta se sitúa en la necesidad del contacto entre sustancias, mientras que su cinturón periférico más cercano agrupa los términos *color* y *explosión*, pudiendo entenderse que ambas referencias se anclan también en un nivel perceptivo y del plano cotidiano.

Se constituye así la RS que los estudiantes llevan al aula, que en buena medida coincide con las características que habían sido detectadas en las RS de otros miembros de la sociedad y que también se revela en la información que circula mediante las noticias periodísticas, según se había investigado previamente.

Por lo tanto, en este caso, se puede afirmar que, tanto en el núcleo como en el entorno más cercano de la RS acerca de las reacciones químicas que poseen estos estudiantes, aparecen aspectos construidos mediante los aportes de la difusión pública del discurso y la RS que se ha establecido sobre el tema en el medio social en el que habitan estos jóvenes.

La premisa asumida inicialmente fue que en la segunda etapa, al volver a interrogar a los estudiantes mediante la técnica de evocación al finalizar la secuencia didáctica, aparecería una representación ligeramente diferente de la que inicialmente poseían. Dada la gran estabilidad que suelen presentar las RS, se suponía que se observarían solo modificaciones en el cinturón protector de esta, ya que la secuencia de actividades propuesta tenía por objetivo complementar la representación, incorporándole nuevos aspectos.

Además se estimó que, a medida que avanzaran en sus estudios, los estudiantes deberían de poseer una tendencia detectable a recurrir a modelos más científicos para describir lo que se entiende por cambio químico. Para comprobar este hecho de manera simultánea fueron analizadas diferentes producciones escritas de cada grupo, cuyos aspectos se mencionan más adelante, en la tabla 1.

Finalmente se llevó a cabo una segunda evocación, al finalizar la aplicación de la secuencia didáctica elaborada para tales fines. Los cambios detectados en la estructura de la RS se pueden visualizar en la figura 4, que simboliza la estructura de la nueva representación de este grupo de estudiantes.

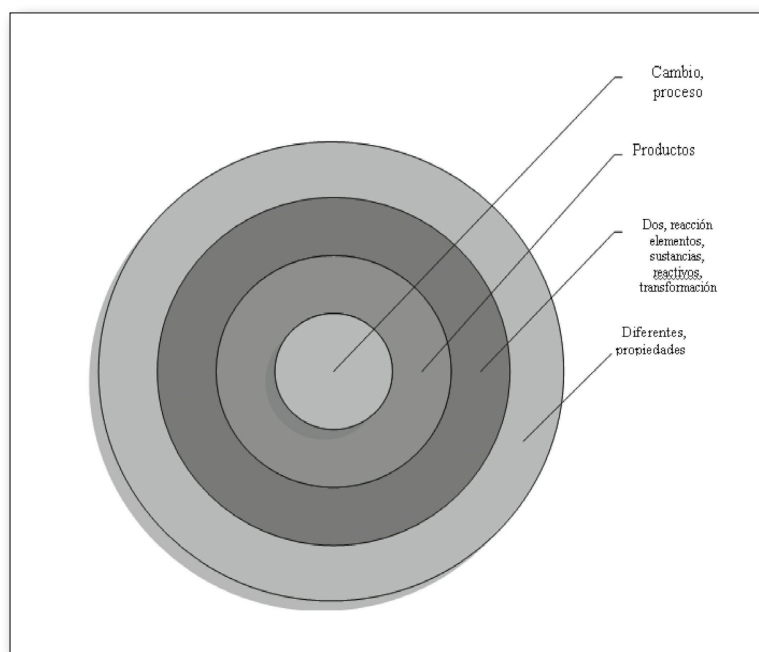


Fig. 4. Composición de la representación posterior a la secuencia didáctica

A simple vista se puede advertir que el núcleo de la representación ha sufrido una gran transformación respecto a la primera RS que poseían los estudiantes. Es evidente que esta segunda versión muestra un gran progreso desde el punto de vista de la ciencia escolar. En tal sentido se advierte que las palabras que ocupan el corazón de la representación, debido a su ubicación en el primer cuadrante, ahora son *cambio* y *proceso*, en tanto que en el primer cinturón se hace presente la concepción de productos.

Basándonos en los términos evocados podemos observar que la representación acerca de las reacciones químicas construida en el aula relaciona los cambios químicos mucho más con un proceso que con propiedades observables, tal y como se los interpretaba de manera inicial. Es importante destacar que entre las palabras principales se han perdido casi por completo las referencias macroscópicas, apareciendo en su reemplazo términos mucho más relacionados con las teorías escolares y con los aspectos submicroscópicos del proceso en cuestión.

Tabla 1.
Evoluci3n del modelo de sentido com3n
al científico escolar experimentado por los estudiantes de la muestra

Categorías	Evidencias	Modelo de sentido com3n	Modelo científico escolar
Realizan explicaciones basadas en sus percepciones.	Suponen que el 3xido de un metal será más liviano que el metal original.	√	-
Muestran la influencia de las representaciones sociales para caracterizar una reacci3n química.	Esperan que una reacci3n sea explosiva y tenga otras características muy evidentes de su ocurrencia.	√	-
Confunden lo que observan con el modelo que se utiliza para explicar el hecho.	Representan solo aspectos macrosc3picos, o bien mixtos de la reacci3n vista.	√	-
Reconocen el papel de los gases en las reacciones químicas que observan.	Nombran al oxígeno como reactivo o al CO ₂ como producto de la reacci3n.	-	√
Encuentran relaci3n entre una situaci3n de la vida cotidiana y las teorías estudiadas en clase.	<i>Descubren</i> lo que le ha ocurrido a un clavo de hierro al oxidarse.	-	√
Son capaces de representar una reacci3n (que han llevado a cabo o no) mediante una ecuaci3n.	Escriben la ecuaci3n de oxidaci3n del magnesio tanto como la del azufre.	-	√
Relacionan las propiedades con la estructura de los compuestos.	Predicen aspectos y propiedades de algunos productos de reacci3n, tales como los 3xidos del azufre y del hierro.	-	√

En principio se observa que se han dejado de lado los constituyentes originales de la RS, tales como explosi3n, color, ruido, humo, etc., habiendo en la representaci3n *posinstruccional* términos referentes a aspectos mucho más abstractos, provenientes de las teorías escolares. Esta modificaci3n podría indicar al menos el esbozo de construcci3n de un modelo escolar respecto a este campo conceptual, cuyas características se investigaron mediante otras indagaciones paralelas, tal y como se ha mencionado.

Mientras tanto, entre los elementos de contraste de la representaci3n que aparecen en los otros cuadrantes se puede apreciar que comienzan a surgir palabras que indican la adquisici3n de un mayor vocabulario químico, por ejemplo, *reactivos*, *productos*, etc. También se reafirma el concepto de cambio, que ahora se remite al término *transformaci3n*, que aparece como una palabra muy citada por los estudiantes.

Es necesario reflexionar en este momento sobre el camino que han recorrido los modelos implícitos, vinculado al que los estudiantes habían recurrido al iniciar sus estudios (al comienzo del m3dulo) y el modelo más cercano al conocimiento científico escolar válido que ahora utilizan. Para ello intentaremos resumir en la tabla 1 algunas características relevantes de ambos, que han sido determinados a lo largo de la resoluci3n de diferentes actividades planteadas en la secuencia didáctica que se llev3 a cabo.

CONCLUSIONES

En un primer momento de la investigaci3n los estudiantes responden a las situaciones que se les plantean, tanto como a la evocaci3n que se les solicita, recurriendo a las representaciones que poseen. De esta manera son capaces de responder mediante sus modelos implícitos (es decir, sin reflexionar sobre el porqué de sus respuestas) ante determinadas situaciones problemáticas, tal y como ocurre en las primeras aproximaciones a las temáticas científicas en el aula.

En ese momento los estudiantes recurren a una RS que se ha constituido por incidencia del contexto en el cual estos individuos se desenvuelven. Las evidencias recogidas muestran que el estudiantado (tanto y como otros actores extraescolares de la misma sociedad) conciben una reacción química por contacto entre dos sustancias y solo por las evidencias macroscópicas de su ocurrencia: cambios de color, humo, olor, etc. De esta manera, por ejemplo, consideran casi mayoritariamente que el óxido de magnesio obtenido en clase (“cenizas”) debe tener una menor masa que el metal que le dio origen, explicándolo en función de su apariencia.

Retomando las ideas de Johnstone y de Vergnaud (citado por Escudero *et al.*, 2003) ya mencionadas, quienes señalan que para adquirir conocimiento dentro de cualquier campo conceptual de la química (como es por ejemplo el caso del cambio químico) y poder construir un modelo mental de trabajo científicamente válido se deben abordar los diferentes planos que constituyen dicho campo, se planificó un secuencia didáctica adecuada a estos fines.

A partir de los aspectos por ellos evocados, sus concepciones acerca de las reacciones químicas, se intentó que los estudiantes reconocieran otros aspectos del cambio, que fueran capaces de comunicar de diferentes maneras el concepto que iban construyendo y que encontrarán en las teorías y modelos que la ciencia propone la manera de explicar el proceso en toda su magnitud.

Se asumió durante el proceso educativo que resultaba igualmente indispensable el abordaje de diferentes aspectos sociales en los cuales un cambio químico está involucrado, desarrollando una visión contextual y además sobre las bases de las RS que se había generado en su propio medio social.

Recordemos que Johnstone (2010) considera que en el abordaje de los fenómenos químicos se deben recorrer tres niveles diferentes. Dicho autor explica de este modo las dificultades de los estudiantes a la hora de comprender los conceptos relativos a esta ciencia. Sin embargo, cada uno de estos aspectos puede resultar tanto un escollo como un punto de partida en la construcción de los conceptos.

Se propone ahora que la conceptualización de la noción de cambio químico por parte de nuestros estudiantes demanda también componentes de origen social. Es decir, en la presente investigación asumimos la importancia que las representaciones sociales tienen en la conformación de numerosos conceptos científicos, ya que consideramos que su anclaje se encuentra en lo perceptivo, lo cotidiano, pero también en el significado que el contexto le otorga. Y en este punto es donde incide la RS en la formación de las nociones de la ciencia escolar.

Afirmamos también que el modelo que sobre el cambio químico son capaces de construir inicialmente los estudiantes se ha basado en la RS que la sociedad construye respecto a la temática *reacciones químicas*. De tal manera, podemos pensar, en función de los resultados obtenidos, que la conformación de un campo conceptual de tanta importancia en el currículo como resulta el de cambio químico no se puede realizar sin considerar la necesaria incorporación de los aspectos representacionales que sobre el tema se establecen en el ámbito social y que no son habitualmente tenidos en cuenta. De este modo, en el caso de los cambios químicos, podría resultar pertinente resignificar el triángulo de Johnstone en un tetraedro como el de la figura 5.

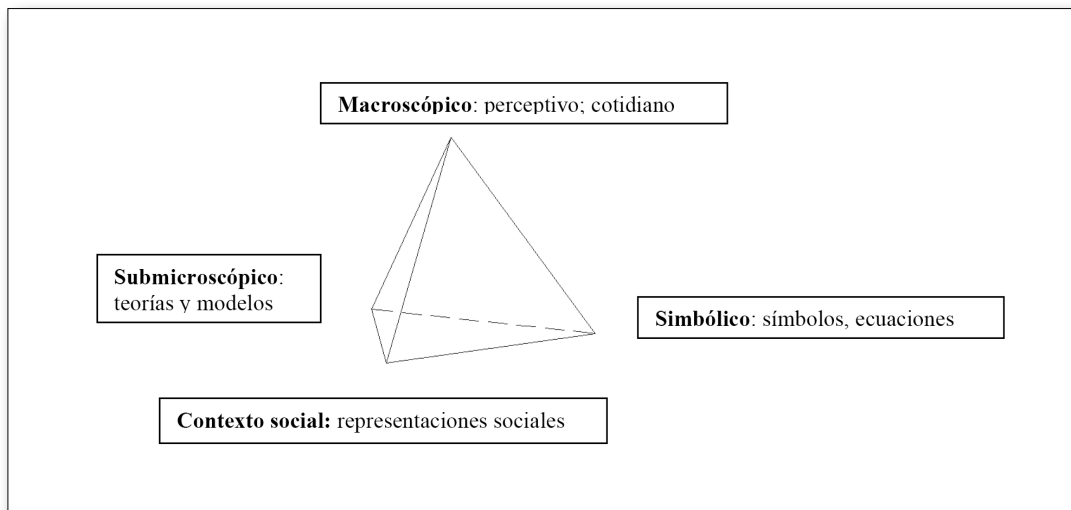


Fig. 5. Tetraedro que representa cuatro de niveles de representación que caracterizan a la Química

En el vértice correspondiente a lo macroscópico encontramos la necesaria referencia a los aspectos perceptivos que las tendencias actuales en enseñanza de las ciencias consideran imprescindibles a la hora de plantear estrategias de aula.

Los aspectos submicroscópicos remiten a los modelos y teorías de la ciencia escolar que serán el marco para comprender los fenómenos estudiados, y es de esperar que faciliten la construcción de los conceptos.

Como es evidente, con el término *simbólico* no solo se hace referencia a las fórmulas típicas que representan las sustancias químicas. Se suele asumir que se trata de mucho más que ese simbolismo, ya que envolvería en él todo el proceso comunicacional que se establece durante la construcción de los conceptos y que evidencia la necesidad de tener en cuenta el contexto social en ese proceso. Por tal motivo, y dada la importancia que como anclaje revisten estas construcciones sociales en la construcción de ciertos conceptos científicos, creemos que podría ser necesario incorporar un cuarto vértice que refleje el componente social que se puso en evidencia aquí.

En este sentido, se puede decir que los modelos que el alumno posee respecto a ciertos conceptos, como es el caso del cambio químico, se manifiestan, construyen y reconstruyen mediante expresiones sociales y comunicativas. La representación inicial que lleva al aula cada estudiante tiene origen social, y por este motivo, en este tetraedro, se da relevancia al vértice que se refiere al contexto social en general como un plano de necesario abordaje durante la enseñanza y especialmente a la consideración de las RS que se generan en él.

En la presente investigación, considerar como punto de partida la RS que los estudiantes manifiestan poseer antes del abordaje temático permitió evidenciar su modificación posterior.

En la segunda representación que fuera detectada se podría determinar que en su estructura aparecen muchos más aspectos relacionados con las teorías científicas escolares, mientras que pierden importancia los que se relacionan con la percepción que la sociedad posee respecto a los procesos químicos. La red de significados del concepto se complejiza, se incorporan otros términos que muestran la adquisición de vocabulario específico y, de manera paralela, se resuelven situaciones problemáticas que inicialmente no se podían resolver. Todos estos son indicios del camino de la construcción de un campo conceptual esperable, un modelo de cambio químico escolar adecuado.

La RS que poseen inicialmente los estudiantes se fundamenta sobre la idea de mezclar, de poner en contacto dos o más sustancias como condición imprescindible para que se produzca una reacción

química, como si fuera el eje central de la representación. Otro aspecto destacable de esta primera representación son las señales evidentes que se consideran ineludibles durante el proceso: humo, cambio de color y explosión.

Se corrobora que algunas características que habían sido detectadas en investigaciones ya citadas, en referencia a la manera en que los estudiantes entienden los cambios químicos, no son más que exteriorizaciones de las RS que poseen sobre el tema, como miembros integrantes de la sociedad actual. También se verifica que, al menos en lo referido a esta temática, los estudiantes recurren a su conocimiento cotidiano como primer esquema de acción para resolver las situaciones científicas del ámbito escolar.

En la segunda determinación pierde importancia esta idea de mezclar sustancias que habíamos asociado inicialmente con una acción de origen cotidiano. Comprobamos que algunos términos se mantienen, aunque han variado su posición respecto a la RS original. El núcleo de esta se configura ahora con la concepción del cambio y proceso (término que no aparece en la primera determinación) y en la primera periferia aparece otro término que anteriormente no había sido nombrado: productos. Se evidencia así un aporte mayor en la composición de la RS por parte de vocablos surgidos de las teorías y modelos desarrollados en el ámbito escolar, tal como se corrobora con el análisis de las producciones escritas de los jóvenes.

Resulta llamativo que los estudiantes hayan abandonado términos centrales en la RS inicial que aparecían también en la RS detectada en los adultos pertenecientes al mismo medio sociocultural, ya que la secuencia didáctica elaborada buscaba la ampliación de la representación inicial, complementándola con aspectos no considerados al comienzo y pertenecientes a los otros niveles de representación del proceso. Es decir, las actividades didácticas pretendían la evolución de la representación, integrando nuevos aspectos en la periferia del núcleo, suponiendo que su supuesta estabilidad mantendría los conceptos centrales. Sin embargo, esto no fue así, y palabras como *dos*, *explosión* y *color*, que aparecían en el núcleo y en la primera zona periférica, no forman parte de la segunda determinación de la representación, cuya estructura es sustancialmente diferente. ¿Significa esto que los estudiantes poseen ahora una RS distinta acerca de las reacciones químicas? Solo podríamos afirmar que durante la construcción escolar del modelo de cambio químico los estudiantes demuestran modificaciones en la estructura de la RS que inicialmente poseían acerca del tema.

Entre los aspectos positivos de la investigación se destaca el hecho de que se ha podido demostrar que los alumnos poseen una representación social respecto a las reacciones químicas, cuya composición manifestó variaciones después del desarrollo escolar del tema.

Probablemente esta concepción que ha sido detectada y que considera a toda reacción química cercana a una explosión se relaciona con la mirada social que no ve “con buenos ojos” a los productos *químicos* ni a sus combinaciones. Y puede conformar así las consecuentes actitudes negativas frente a la química de los actores sociales de esta, entre los que se encuentran nuestros alumnos.

La teoría de las representaciones sociales puede ser un marco interesante para el estudio de los problemas de la enseñanza de las ciencias, ya que tal como sugiere Alasino (2011) “contiene un potencial para abordar los fenómenos educativos...”. Al enfrentar las problemáticas que atraviesan la enseñanza de la química no deberíamos olvidar que existe una construcción cognitivo-social de los conceptos científicos que comienza mucho antes que el desarrollo escolar de cada temática.

Si consideramos que el papel de la enseñanza en química se centra en el abordaje de modelos escolares basados en entidades no perceptibles por los sentidos, es indiscutible, bajo las actuales concepciones de enseñanza, que se debe partir de los precursores de conceptos científicos que los estudiantes traen al aula. Entre estos precursores se encuentran las RS.

Como limitante de esta investigación podemos señalar el hecho de que hemos centrado el estudio solo en los aspectos conceptuales de la RS acerca de las reacciones químicas, y también que la presente

resulta una primera aproximación a esta temática. Estamos convencidos de que la conceptualización de muchos otros saberes escolares puede ser estudiada bajo este marco teórico.

Por otro lado, somos conscientes de que hemos dejado de lado los componentes actitudinales que conlleva toda RS guiando el comportamiento y las decisiones que toman las personas en función de sus características en este sentido. Estos aspectos podrían ser objeto de investigaciones posteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIC, J. C. (2001). *Prácticas sociales, representaciones sociales*. En J. C. Abric (comp.). *Prácticas Sociales y representaciones*. México D.F.: Ediciones Coyoacán.
- ALASINO, N. (2011). Alcances del concepto de representaciones sociales para la investigación en el campo de la educación. *Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educa o*, 56/4 - 15/11/11 - Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación (OEI-CAEU).
- BARBOSA, M. y GALVÃO DA ROCHA, A. (2010). Representa es sociais sobre tecnologias da informa o e da comunica o e o contexto escolar *Educa o Forma o & Tecnologias*, 3(2), pp. 61-70.
- BORSESE, A. (1997). El lenguaje de la química y la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 12, pp. 33-42.
- CAAMAÑO A. (1998). El cambio químico: un tema central de la investigación en didáctica de la química. *Alambique*, 17, pp. 66-75.
- CARDOSO J. (2011). *Contenido y Estructura de Representaciones Sociales sobre Pedagogía y Pedagogos en Profesores de Ciencias*. Tesis doctoral. Universidad de Burgos.
- CASADO, G. y RAVIOLO, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Rev. Universitas Scientarium*, 10, pp. 35-43. Univ. Javeriana, Colombia.
- CHACOMA, M. y MAZZITELLI, C. (2008). Las representaciones sociales de docentes sobre la escuela. Un estudio comparativo en sectores urbano y urbano-marginales. *8.ª Jornadas de Humanidades*. UN Catamarca, Argentina.
- CHACOMA, M. et al. (2009). La escuela y su representación social: una mirada desde alumnos urbanos y urbanos-marginales. *III Congreso Intern. de Educación*. Santa Fe, Argentina.
- DRIVER, R. (1985). *Beyond appearance: the conservation of matter under physical and chemical transformation in Children's Ideas in Science*. Open University Press.
- DRIVER, R. et al. (1996). *Ideas Científicas en la Infancia y en la adolescencia*. Madrid: Morata-MEC.
- DUSCHL, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Ens. Ciencias*, 13(1), pp. 3-14.
- ESCUDERO, C.; MOREIRA, M. y CABALLERO, C. (2003). Teoremas-en-acción y conceptos-en-acción en clases de física introductoria en secundaria. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 3, vol. 2, pp. 201-226.
- FURIÓ, C. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *Alambique*, 7, pp. 7-17.
- GABEL, D. (1993). Use of particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3), pp. 193-194.
<http://dx.doi.org/10.1021/ed070p193>
- GABEL, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: a Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), pp. 548-554.
<http://dx.doi.org/10.1021/ed076p548>
- GAGLIARDI, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Ens. Ciencias*, 4(1), pp. 30-35.

- GALAGOVSKY, L. (2010). ¿Podrá modificarse el currículo de enseñanza de química en la escuela secundaria? *Rev. Industria y Química*, 361, pp. 45-51. Asociación Química Argentina.
- GALAGOVSKY, L.; DI GIACOMO, M. y CASTELO, V. (2009). Modelos vs dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), pp. 1-22.
- GALAGOVSKY, L.; RODRIGUEZ, M.; STAMATI, N. y MORALES, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de Reacción Química a partir del concepto de Mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), pp. 107-121.
- GRAÇA, M.; MOREIRA, M. y CABALLERO, C. (2004). Representações sobre a matemática, seu ensino e aprendizagem: um estudo exploratório. *Investigações em Ensino das Ciências* V, 9(1), pp. 37-93.
- IBÁÑEZ, T. (1988). Representaciones sociales, teoría y método. En *Ideologías de la vida cotidiana*. Barcelona, España: Editorial Sendai.
- IZQUIERDO, M. *et al.* (2007). Actividad química escolar: modelización del Cambio Químico. En Izquierdo, Caamaño y Quintanilla (eds.). *Investigar en la Enseñanza de la Química nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Barcelona: UAB.
- JODELET, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. En S. Moscovici. *Psicología social II*. Barcelona: Editorial Paidós.
- JOHNSTONE, A. (1982). Macro and micro-chemistry. *The School Science Review*, 64(227), pp. 377-379.
- JOHNSTONE, A. (2010). You Can't Get There from Here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), pp. 22-29.
<http://dx.doi.org/10.1021/ed800026d>
- KIND, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Aula XXI, Santillana.
- LIMÓN, M. y CARRETERO, M. (1997). Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la Enseñanza de las Ciencias? En Carretero (comp.). *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*. Argentina: Aique Grupo Editor, S.A., pp. 1-19
- LLORENS J. (1991). *Comenzando a aprender química: ideas para el diseño curricular*. Madrid: Aprendizaje Visor.
- MAZZITELLI, C. y APARICIO, M. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 1, vol. 8.
- MAZZITELLI, C. y APARICIO, M. (2010). El Abordaje del Conocimiento Cotidiano desde la Teoría De Las Representaciones Sociales. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 3, pp. 636-652.
- MERINO C. (2009). *Aportes a la caracterización del modelo cambio químico escolar*. Tesis de la Universidad de Barcelona.
- MOÑIVAS, A. (1994). Epistemología y representaciones sociales. Concepto y teoría. *Rev. Psicología General y Aplicada*, 47(4), pp. 409-419.
- MORALES, J. F. (2008). *Psicología Social*. McGraw-Hill/Interam.de España.
- MOREIRA, M. A. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 1, vol. 7.
- MOSCOVICI, S. y HEWSTONE, M. (1986). De la ciencia al sentido común. En S. Moscovici. *Psicología social II*. Barcelona: Paidós.
- MOSCOVICI, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. Buenos Aires: Ed. Huemul.
- NARANJO, C. y SEGURA, M. (2009). *Representaciones sociales de los estudiantes de la media vocacional sobre las matemáticas y la química*. SUE Caribe-Inv. de Maestría.

- PETRACCI, M. y KORNBLIT, A. (2007). *Representaciones sociales: una teorìa metodològicamente pluralista*. En A. Kornblit (comp.). *Metodologías cualitativas en Ciencias Sociales*. Buenos Aires: Biblos, pp. 91-111
- POZO, J. y FLORES, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional*. Editorial Antonio Machado Libros.
- POZO, J. et al. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia; las ideas de los adolescentes sobre química*. Madrid: MEC.
- PRIETO T. (2007). Trabajo práctico y concepciones de los alumnos: la combustión. En *Investigar en la Enseñanza de la Química nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Barcelona: UAB.
- RUSSELL, J. et al. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3), pp. 330-334.
<http://dx.doi.org/10.1021/ed074p330>
- SANCHEZ LUJÁN, B. I. (2009). *El concepto de función matemática entre los docentes a través de representaciones sociales*. Tesis para obtener el grado de Doctorado en Matemática Educativa. Instituto Politécnico Nacional de México.
- SOLSONA, S. e IZQUIERDO, M. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela*, 38, pp. 65-75.
- SOLSONA, N. y MARTÍN DEL POZO, R. (2004). Los cambios químicos: de los modelos del alumnado a los modelos escolares. *Alambique*, 42, pp. 19-28.
- VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. En *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), pp. 133-170.

Chemical reactions and social representations of students

Liliana Lacolla

Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias –CEFIEC–,
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina
lilianaele@yahoo.com.ar

Jesús A. Meneses Villagrà

Dpto. Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, Burgos, España
meneses@ubu.es

Nora Valeiras

Dpto. Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
nvaleira@com.uncor.edu

Experience shows that young people come to class with a “common sense Chemistry”, a topic that has been extensively studied. However, few investigations have considered the need to take into account the influence of social variables on the formation of concepts in Chemistry, nor the Social Representations (SR) about the chemical phenomena that students bring to school.

To begin this research, it was first necessary to develop a theoretical framework that integrates the conceptual foundations of mental representations, which allows delimitating the way in which this research understands the idea of mental model. In this way, one may understand both common sense and scientific models as working models that individuals use to explain and predict when they confront new situations. Based on this input, the present research incorporates the theory of social representations to the analysis of previous ideas students have about some central Chemistry topics, with the aim of expanding the view on the learning problems that commonly occur in this area.

Specifically, the construction of the Chemical change concept is analyzed. This concept has been considered by various researchers as providing a structure in the teaching of Chemistry, and it is here assumed to be a real conceptual field. The research has been carried out with a group of middle school students during the school year to identify the SR structure that students in this group share concerning the topic of chemical reactions. An inquiry is also made in different news media to identify the way in which society understands chemical reactions, as well as surveys to different social actors to compare their SR about this topic which has been detected in the students. This comparison of data allows inferring that the common sense models which the students initially apply in the classroom have been constituted on the SR basis which they possess about chemical reactions.

Next, this research develops and applies a didactic module to analyze the changes that could have occurred in the composition of the students' initial representation, and the evidences of the new chemical change model which they are building.

It is concluded that SR have an important incidence on the construction of the conceptual field of chemical change. The importance of achieving scientific literacy for all future citizens has been emphasized in many countries. For this reason, it becomes increasingly indispensable to carry out research about the representations that students have on many chemical concepts that we intend to teach at school and that they share with other social actors. With the help of research like this, it will be possible to plan strategies taking into account that, along with the construction of conceptual fields involving the concepts of the chemistry curriculum, there are also the socially shared representations that influence on the acquisition of such knowledge.

