

Aplicación de una propuesta de enseñanza sobre el tema «Disoluciones» en la escuela secundaria. Un estudio de caso

Adriana Ortolani,¹ Claudia Falicoff,¹ José Manuel Domínguez Castiñeiras,² Héctor Odetti¹

ABSTRACT (Implementation of a teaching proposal on the subject Solutions in the secondary school. A case study)

A research group was formed by researchers of University of Santiago de Compostela (Spain), National University of Litoral and secondary school teachers (Santa Fe-Argentina). In this context, the effect of an instruction proposal on student learning, and how it affects teaching practices were investigated. The obtained results are exposed, related to student learning and in relation with the opinions, criteria and decision making of the teacher who applied the teaching sequence for the topic of solutions in one secondary school classroom.

KEYWORDS: secondary school, chemistry teaching, teaching sequence, teaching practice, thinking schemes

Introducción

Se debería considerar prioritario constatar la influencia real de la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias para mejorar el proceso (Cachapuz *et al.*, 2006), en particular para tender un puente entre profesores e investigadores. Resulta, entonces, fundamental la construcción de espacios en los que investigadores y docentes puedan interactuar para mejorar los procesos de vinculación entre la investigación y la práctica docente (Gil Pérez y Pessoa de Carvalho, 2000; Fernández Cano, 2001; Oliva, 2004).

Con este propósito, durante el período 2007-2009 se constituyó un grupo de investigación en el que participaron investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela (España), de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe-Argentina) y profesores de escuelas secundarias de esta circunscripción.

En este contexto se investigó qué incidencia tienen determinadas propuestas de enseñanza en el aprendizaje de los alumnos, y cómo influye en la práctica docente de los profesores. En este trabajo se exponen los resultados obtenidos para el caso de una de las profesoras que colaboró en la investigación, después de la aplicación en el aula de una propuesta de enseñanza sobre disoluciones.

¹ Departamento de Química. Cátedra de Química Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria Paraje "EL Pozo" cc 242 – (3000) Santa Fe – Argentina.

Correo electrónico: ortolani@fcb.unl.edu.ar

² Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Facultad de Ciencias da Educación. USC. Av. Xoan XXIII, s/n. 15704 Santiago de Compostela. España.

Correo electrónico: josemanuel.dominguez@usc.es

Fecha de recepción: 15 de mayo de 2011.

Fecha de aceptación: 18 de octubre de 2011.

La formalización de una propuesta didáctica en un proyecto curricular institucional supone tomar posición respecto a qué enseñar, para qué, a quién y cómo hacerlo.

El problema en nuestro caso, desde la perspectiva de qué enseñar en la educación secundaria, está en diferenciar claramente entre disolución, como un sistema material o como un proceso (cuestión que ya había sido marcada por Sánchez Blanco *et al.*, 1997):

— *Disolución*: mezcla homogénea.

— *Disolución*: proceso fisicoquímico mediante el que se puede obtener una disolución.

— *Solubilidad*: término utilizado para indicar un fenómeno que pone en evidencia que un soluto es más o menos soluble que otro en un determinado disolvente.

La figura 1 representa el esquema referencial aceptable desde el punto de vista de la ciencia escolar que nos ha guiado en el diseño de las actividades de la propuesta de enseñanza.

En dicho esquema se puede observar, en su parte izquierda, tal como se contempla en el currículo oficial, que el concepto disolución se integra en los inclusores Sistemas Materiales → Mezcla homogénea. Se pretende mediante este conjunto de relaciones, introducir al alumnado en la descripción macroscópica del concepto de disolución, que indique los componentes, soluto y disolvente y, en función del estado de agregación de éste, los diferentes tipos de disoluciones.

En la parte derecha del esquema se introduce el concepto de disolución como proceso y cómo puede tener lugar: Dispersión, Reacción química y Solvatación para, a continuación, abordar la interpretación del mismo introduciendo los lenguajes microscópico y simbólico. Se emplea el modelo corpuscular y la teoría cinético-molecular como facilitadores de la comprensión de los procesos de disolución de las distintas sustancias. Ambos darán la posibilidad al alumnado de una nueva visión de los fenómenos que ocurren en su vida diaria.

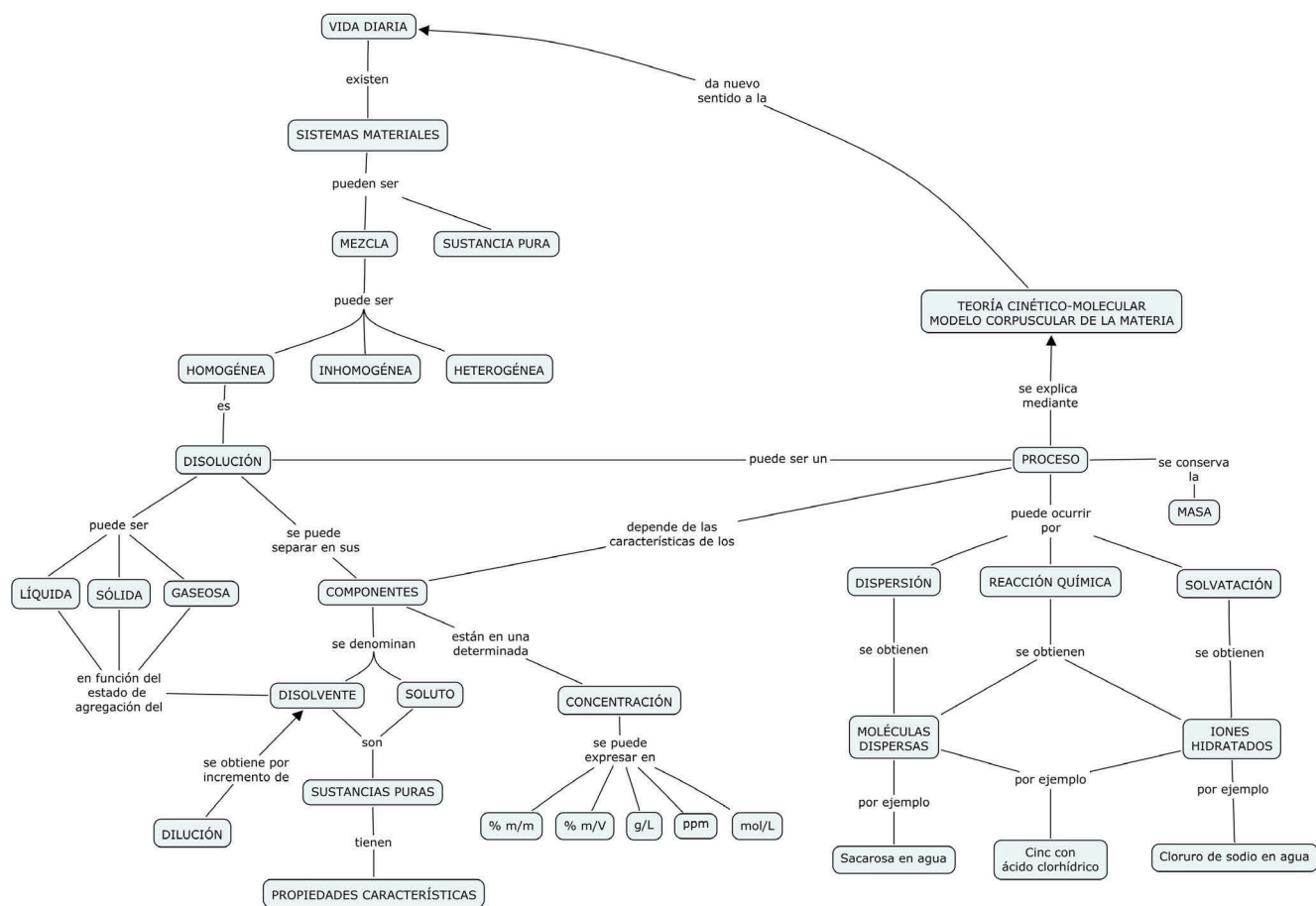


Figura 1. Esquema referencial de la ciencia escolar sobre el concepto de disolución.

El conjunto de relaciones permitirá diferenciar el término *Disolución* como *mezcla homogénea* y como *proceso*. Al mismo tiempo se podrán adquirir los lenguajes macro, microscópico y simbólico que permitirán al alumnado comunicarse mediante la utilización del lenguaje idiosincrásico de la química. Finalmente, hemos de indicar que el conjunto de relaciones presentes en el discurso explicativo de los alumnos permitirá inferir las relaciones activadas por ellos y, consecuentemente, por comparación con el esquema referencial, conocer los esquemas de pensamiento que activa el alumnado cuando resuelve las cuestiones planteadas en las diferentes actividades.

En el espacio curricular química no siempre se realiza una correcta introducción de los modelos científicos, suelen presentarse sin las suficientes conexiones con los fenómenos que explican y sin dar oportunidad a los estudiantes de utilizarlos en diferentes situaciones, lo que contribuye a que éstos elaboren modelos explicativos personales que no resultan los más adecuados desde el punto de vista de la ciencia escolar (Benarroch, 2000; 2001).

Se diseñó una secuencia de enseñanza según el modelo propuesto por Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez (1993) y Domínguez *et al.* (2007) que consta de cinco tareas: determi-

nación del contenido académico, *determinación de la problemática del aprendizaje, selección, formulación y secuenciación de objetivos, estrategias de instrucción y secuencia de actividades, y selección de estrategias de evaluación.*

Como se indicó anteriormente, para integrar ambas partes del esquema referencial, se decidió trabajar con los tres niveles de representación —macroscópico, microscópico y simbólico— tal como propone Johnstone (1982), con el diseño de actividades que contemplaran dichos niveles. En cada actividad el alumnado elabora una explicación previa sobre el fenómeno objeto de estudio, a continuación realiza la experiencia y, finalmente, realiza un análisis de los resultados en el que pone de manifiesto las posibles diferencias entre lo ocurrido y lo esperado previamente. Se promueve el trabajo colaborativo (Driver, Newton y Osborne, 2000) que no sólo influye positivamente en el aprendizaje de conceptos, sino también en el desarrollo de la capacidad de investigación (Pontecorvo y Orsolini, 1992; Lemke, 1997). Se pretendió en todo momento favorecer un clima de aula tal que los estudiantes fueran conscientes de la importancia que tiene para su propio aprendizaje el trabajo que ellos mismos realizan. Además se incluyeron notas y sugerencias aclaratorias para los docentes.

La secuencia de enseñanza elaborada (Odetti, Falicoff y Ortolani, 2007), consta de cuatro grandes apartados: *mezclas, disoluciones, procesos de disolución, concentración y dilución*. En el Anexo 1 se relacionan los apartados y actividades de dicha secuencia (Odetti *et al.*, 2010). Como se puede observar, se han diseñado, sobre todo en las fases de desarrollo y aplicación, diferentes actividades alternativas, de modo que la profesora pueda adaptar la secuencia de enseñanza a las características de sus alumnos y al tiempo y recursos disponibles.

Objetivo

Sobre una propuesta diseñada para la enseñanza del tema disoluciones, se investiga qué actividades selecciona la profesora para su implementación en el aula, los criterios que utilizó para dicha selección, así como la incidencia que tuvieron en el aprendizaje de los alumnos.

Metodología

En primer lugar se procedió a la consolidación del grupo humano formado por los investigadores de las universidades y los docentes del nivel secundario, en un espacio común donde se consensuó la metodología de enseñanza.

Muestra

En este trabajo se expone la experiencia de una profesora en la Escuela de Educación Media N° 8030 de la ciudad de Santa Fe.

La docente es ingeniera química, ha realizado un curso de capacitación docente y posee formación de máster en didáctica de las ciencias experimentales. Se le proporcionó la secuencia de enseñanza completa (actividades con sugerencias para el docente y cuadernillos de trabajo de los alumnos), de la que seleccionó las actividades que consideró más adecuadas.

El grupo de clase lo constituyeron 25 estudiantes de 16 y 17 años, que cursaban el segundo año de polimodal (4° año de educación secundaria en el actual marco legal argentino) con orientación en ciencias naturales.

Instrumentos de recogida de información

Para la recogida de información se trabajó con diferentes instrumentos dirigidos a los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Dos cuestionarios que permitieron recabar la opinión de la docente acerca de las actividades de la secuencia de enseñanza, en dos momentos: antes de ponerlas en práctica en el aula —lo que representa una valoración profesional previa basada en las ideas y experiencia docentes— y después de la aplicación de las mismas. Esto permitió comparar la valoración docente inicial con el resultado de la acción educativa (ver Anexos II y III).
- La información de los estudiantes se recogió de los respectivos cuadernos de trabajo, que tienen un formato semejante a las actividades proporcionadas a la profesora, aunque no contienen las sugerencias al docente. Además están dotados de espacio suficiente para que pudiesen escribir sus respuestas.

Instrumentos de análisis de la información

Para el análisis de la información se trabajó con dos instrumentos que permitieron transformar la misma y buscar regularidades:

- Para analizar la información dada por la profesora se diseñó una taxonomía al efecto, para categorizar los criterios utilizados por la docente para la selección de las actividades. En el Anexo IV, dada la limitación de espacio, se indica un ejemplo para la actividad 8.
- Para realizar el seguimiento de los estudiantes en el aula y valorar cómo han sido percibidas las actividades y la información dada por la profesora, por ellos, se elaboraron, a partir de las manifestaciones escritas contenidas en sus cuadernillos de trabajo, los esquemas de pensamiento que activaron durante la intervención, que fueron comparados con el referencial de la ciencia escolar (ver Anexos V y VI).

Resultados y análisis

Actividades seleccionadas por la docente

De las 43 actividades propuestas en la secuencia, la profesora seleccionó 16, que abarcan los apartados mezclas, disolución y proceso de disolución. Se marcan con un asterisco en el Anexo I las seleccionadas.

En el Anexo VII se presentan una de las actividades seleccionadas, así como una breve descripción y la intencionalidad de la misma. La docente no seleccionó las diseñadas para el desarrollo de los conceptos de conservación de la masa, concentración y dilución.

Criterios de selección utilizados por la docente

A continuación exponemos las reflexiones y manifestaciones de la profesora acerca de las actividades. Como se había indicado, sus opiniones y criterios de selección se han ejemplarizado, por razones de espacio, para la actividad 8 (Anexo IV).

Se pudo observar que antes de desarrollar la secuencia, cuando se refería a interés, estímulo y discusión, comprensión y ubicación en la secuencia, los criterios son mayoritariamente genéricos que no justifica: buena, sí, ninguna, fundamental, regular, adecuada.

Explícita cuando se refiere a los contenidos que se desarrollan en las actividades como:

- Adecuados. Permite especificar concepto de mezcla homogénea, heterogénea e inhomogénea: se refiere a disoluciones en las que no hay cambio de fase pero en la que sus propiedades cambian gradualmente con la profundidad (mar) o con la altura (atmósfera). Retoma tema de representación microscópica de octavo año (actividad 3).
- Adecuados. Tienen conocimientos previos de soluto, solvente, disolución. En biología se trabaja mucho con el agua (actividad 9).

Asimismo especifica con claridad las dificultades inherentes a las actividades desarrolladas:

- a) Reconocer de qué se trata la tintura de yodo (actividad 1).
- b) Aclarar qué es la unidad quilate, cloruro de sodio 37% y agua oxigenada 5% (actividad 10).
- c) El concepto de presión de un gas (actividad 11).
- d) De tipo práctico: disponer del material para cada alumno (actividad 14).

Además señala la importancia y relevancia de las actividades:

- a) Fundamental, evita recordar el tema en forma teórica (actividad 1).
- b) Una actividad más que se puede hacer, ya se revisaron o trabajaron las ideas de mezclas homogéneas y heterogéneas. De mucho interés para revisar el tema (actividad 5).
- c) Una actividad prescindible. Llevaría mucho tiempo la inclusión de los temas antedichos (actividad 11).

Después de implementada la secuencia, la docente centra su atención, sobre todo, en las dificultades de las actividades:

- a) La explicación de una mezcla heterogénea cuando éstas no presentan fase de discontinuidad visible. Llevó una disolución de almidón para ver efecto Tyndall con un puntero láser. En la representación microscópica, los alumnos creían que tenían que dibujar lo que veían en un microscopio. Llevó más tiempo de lo esperado (actividad 3).
- b) Una alumna no comprendía la primera pregunta. En general, hubo que aclarar que las disoluciones no son todas líquidas y que su formación no implica necesariamente una reacción química (actividad 8).
- c) Ninguno en cuanto a contenidos. Con respecto al agua como solvente universal, varios alumnos consideraban este hecho debido a que había mucha cantidad (actividad 9).

Respecto a la importancia de las actividades la docente destaca:

- a) Fundamental, evita recordar el tema en forma teórica. Permite reconocer que muchos de los materiales de uso cotidiano son mezclas (actividad 1).
- b) Fundamental. Permite aclarar concepciones y abordar la representación de sustancias diferentes (actividad 3).
- c) Fundamental para aclarar que también existen disoluciones sólidas y gaseosas (actividad 8).
- d) Fundamental. Revisa qué es soluto, solvente y distintos estados de agregación de las disoluciones determinados por el estado de agregación del solvente (actividad 10).
- e) Fundamental. Ayuda a comprender procesos de disolución diferentes (actividades 14 y 15).

Esquemas de pensamiento del alumnado

A los efectos de comprobar si las actividades diseñadas han

logrado los objetivos deseados, se han elaborado, a partir del discurso de los estudiantes en sus cuadernillos de trabajo, los esquemas de pensamiento que activan a lo largo de la intervención de la docente en el aula. Los mismos son una muestra representativa del conocimiento que los alumnos activan en el aula de ciencias cuando realizan las actividades (Rumelhart y Ortony, 1982; Domínguez Castiñeiras y De Pro Bueno, 2003; Domínguez Castiñeiras, De Pro Bueno y García Rodeja, 2005).

La información recogida es muy rica y compleja, razón por la cual hemos fragmentado el discurso de los estudiantes, al identificar las relaciones entre el esquema dominante (disoluciones), los subesquemas (componentes, proceso, dispersión, reacción química y solvatación) y las variables (ver figura 1). De esta manera se obtiene el listado de relaciones activadas por los alumnos (Anexo V). Dichas relaciones se han categorizado según sean coincidentes o no con la ciencia escolar y se consignaron las frecuencias (f) correspondientes. Puede observarse que algunas relaciones son activadas reiteradamente a lo largo de las dieciséis actividades, lo cual habla de su significatividad y de la idoneidad de las mismas.

En el Anexo VI se muestran las relaciones correspondientes a los esquemas de pensamiento activados por cada uno de los estudiantes después de la instrucción (alumnos del 1 al 25), se diferencian las adecuadas y las alejadas de la ciencia escolar y organizadas en niveles. Al contrastar los esquemas de pensamiento de los alumnos con el referencial deseable desde el punto de vista de la ciencia escolar (Figura 1), se han podido establecer cuatro niveles (4, 3, 2, 1) y seis subniveles (a, b). En el mismo nivel, aunque en distintos subniveles, se han agrupado aquellos esquemas de pensamiento con diferencias poco significativas.

En el nivel 4 se agrupan los alumnos con esquemas muy cercanos al referencial deseable desde el punto de vista de la ciencia escolar, aunque presentan dificultades en la tipificación o diferenciación de los sistemas materiales en sustancias puras o mezclas (4a) y, en otros casos, no identifican adecuadamente los distintos procesos de disolución (4b).

En el nivel 3, a las dificultades planteadas anteriormente se incorpora la de que no se activan la conservación de la masa en el proceso de disolución, ni la relación entre el estado de agregación del solvente y el de la disolución. Ligeras diferencias justifican la división en subniveles.

En el 2, a lo que ya hemos descrito para el nivel 3, se agregan relaciones alternativas que tienen que ver con el proceso de disolución, en particular con la naturaleza del soluto.

En el 1 se incluyen los esquemas más alejados del referencial, en particular en lo que refiere al subesquema disolución como proceso. En el mismo se ponen de manifiesto relaciones alternativas relacionadas con la naturaleza del soluto e interpretación de las disoluciones como si fueran todas acuosas. Asimismo no se vinculan adecuadamente los niveles macro y microscópico y por consiguiente no se puede explicar el fenómeno a partir de las teorías corpuscular y cinético molecular de la materia.

Además, en el subnivel 3b se ponen de manifiesto esquemas y relaciones no esperadas cuando se elaboró la secuencia de enseñanza. De esta manera aparecen en el discurso de los alumnos relaciones tales como que variaciones en la presión y/o temperatura del sistema modifican las condiciones de solubilidad del soluto en el solvente.

Conclusiones e implicaciones

Un número importante de alumnos han activado relaciones deseables desde la ciencia escolar, lo que parece indicar que las actividades planificadas han cumplido con los objetivos propuestos. Sin embargo, persisten concepciones alternativas y dificultades para el uso del modelo corpuscular:

- a) Hemos de señalar que, en general, los estudiantes no han superado la idea alternativa de que todos los sistemas materiales son mezclas.
- b) Además no han sido capaces de identificar los distintos procesos por los que se puede obtener una disolución. Esto indica que, aunque han reconocido el modelo corpuscular cuando se les ha planteado en los dibujos de las actividades, en general, no han podido transferirlo a la explicación del proceso de disolución.

Las actividades seleccionadas por la docente permitieron la comprensión de la disolución como mezcla homogénea y, en algunos casos, como proceso. En este sentido hay que destacar, además, el reconocimiento del soluto y del disolvente en diferentes proporciones y que las características de los mismos son las que regulan el proceso de la disolución.

En relación con la secuencia global propuesta, no se han podido evaluar aquellas actividades que relacionaban la masa y el proceso de preparación de una disolución y aquéllas que daban lugar a la explicación del proceso de obtención de una disolución como producto de una reacción química entre dos o más sustancias, dado que las mismas no han sido seleccionadas por la docente para el desarrollo del tema.

La interpretación a nivel microscópico de la disolución de sustancias iónicas o moleculares fue realizada parcialmente, lo que se podría explicar a partir de las dificultades del uso del modelo, indicadas anteriormente.

Del análisis de lo expresado por la docente sobre cada una de las actividades, antes y después de llevarlas a cabo, se puede inferir que la secuencia es adecuada y tiene un orden lógico. A este respecto se destaca el cambio de opinión positivo de la profesora respecto a las actividades 3, 5, 8, 11, 14 y 15.

Hemos de señalar que —cuando se refiere al interés, estímulo y discusión, comprensión y ubicación en la secuencia— utiliza frecuentemente criterios genéricos que no justifican sus juicios de valor. A este respecto, en entrevista mantenida con la profesora después de la intervención en el aula, ésta indica que la metodología es diferente a la de la clase tradicional, en la que el profesor tiene mucho protagonismo, y valora positivamente que la propuesta favorezca la discusión y participación de los estudiantes. En todo momento se pudo ob-

servar la motivación de la profesora: acompañó a sus alumnos en el proceso —al ayudarles a pensar, razonar, conceptualizar e incentivar la discusión entre ellos y animándoles a registrar por escrito todas aquellas cuestiones relacionadas con la resolución de las actividades— para, posteriormente, someterlas a una nueva reflexión después de la discusión en grupo. La propuesta, pues, parece motivar al alumnado y promueve actitudes positivas hacia el aprendizaje.

Según la docente, los registros escritos no reflejan en su totalidad la realidad del aula, pues no ponen de manifiesto la mejora sustancial en los niveles de compromiso y participación de los estudiantes, así como el interés por aprender a discutir y aceptar el pensamiento ajeno y cuestionar sus ideas con argumentaciones y contra-argumentaciones cada vez más próximas al pensamiento científico.

El número de actividades inicialmente propuestas resultó elevado para el tiempo disponible (tres semanas de tres horas semanales), lo que llevó a la docente a una selección de las mismas sin perder la coherencia de contenidos. A este respecto advierte que, en este contexto, se hace necesaria una readaptación de la secuencia a los tiempos reales.

Reconoce que fue todo un desafío trabajar con una propuesta de enseñanza diseñada y planificada por otro colega o equipo de expertos. A este respecto valora la posibilidad de reflexionar sobre las acciones a fin de mejorar su práctica docente, cuestión que en el trabajo diario es muy difícil de realizar. En este sentido, destaca que las demandas o requerimientos institucionales influyen en el proceso de enseñanza ya que disminuyen el tiempo efectivamente disponible para cada área disciplinar y condicionan la intervención del profesorado y el aprendizaje del alumnado.

El desarrollo de acciones entre la investigación educativa y la práctica docente cobra sentido y significatividad a la luz de este análisis. Para la profesora fue enriquecedora, desde el punto de vista profesional, la actividad conjunta con el grupo de investigación.

Finalmente hemos de señalar que los esquemas de pensamiento han resultado instrumentos de análisis válidos, pues han permitido evaluar el progreso en el aprendizaje de los estudiantes.

Agradecimientos

Al Ministerio de Ciencia e Innovación, España, por financiar el proyecto EDU2009-13890-C02-01.

A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Argentina, por financiar el proyecto PICTO-18/36459.

A la Escuela de Enseñanza Media, directivos y profesores por permitirnos desarrollar este proyecto.

Referencias

- Benarroch, A., Del modelo cinético-corpuscular a los modelos atómicos. Reflexiones didácticas, *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7(23), 95-108, 2000.
- Benarroch, A., Una Interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia, *Ense-*

- ñanza de las Ciencias, 19(1), 123-134, 2001.
- Cachapuz, A. F.; Lopes, B.; Paixão, F.; Praia, J. F. y Guerra, C., Seminario internacional sobre el estado actual de la investigación en enseñanza de las ciencias, *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 167-171, 2006.
- Domínguez Castiñeiras, J. M.; De Pro Bueno, A. y García-Rodeja, E. Esquemas de razonamiento y de acción de estudiantes de ESO en la interpretación de los cambios producidos en un sistema material, *Enseñanza de las ciencias*, 21(2) 199-214, 2003.
- Domínguez Castiñeiras, J. M. y De Pro Bueno, A. Estrategia para evaluar la evolución del conocimiento del alumnado: esquemas de pensamiento (razonamiento y acción). *Enseñanza de las ciencias*, número extra, VII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias, 1(5), 2005.
- Domínguez Castiñeiras, J. M. (editor); Odetti, H. S.; García Barros, S.; Cajaraville Pegito, J. A.; Falicoff, C. B. y Ortolani, A. E. *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias: fundamentos y planificación*. Santa Fe (Argentina): Ediciones UNL, 2007.
- Driver, R.; Newton, P. y Osborne, J., Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms, *Science Education*, 84(3) 287-312, 2000.
- Fernández Cano, A. Valoración del impacto de la investigación educativa sobre la práctica docente, *Revista de educación*, 324, 155-170, 2001.
- Gil Pérez, D. y Pessoa de Carvalho, A. M., Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, *Educ. quím.*, 11(2), 250-257, 2000.
- Johnstone, A. H., Macro and microchemistry, *School Science Review*, 64, 377-379, 1982.
- Lemke, J. L. *Aprender a hablar de ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona (España): Editorial Paidós, 1997.
- Odetti, H. S.; Falicoff, C. B. y Ortolani, A. E. Disoluciones. En: Domínguez Castiñeiras, J. M. (ed.). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias: fundamentos y planificación* (pp. 169-208). Santa Fe: Ediciones UNL, 2007.
- Odetti, H.; Falicoff, C.; Ortolani, A. y Domínguez Castiñeiras, J. M. (2010). Educational Research and Teaching Practices in the Teaching of Chemistry at Secondary Schools in Argentina: a Particular Case of Construction of a Sequence on Dissolutions. En: M. F. Taşar & G. Çakmakci (eds.), *Contemporary Science Education Research: Teaching*, (pp. 1-9) ESERA 2009. Conference Proceedings. Ankara, Turkey: Pegem Akademi. URL: http://www.esera2009.org/books/Book1_CSER_Teaching.pdf [accesada en octubre 26, 2010].
- Oliva, J. M., El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 2004. URL: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero3/ART7_VOL3_N3.pdf, accesada en mayo 3, 2006.
- Pontecorvo, C. y Orsolini, M., Analizando los discursos de las prácticas alfabetizadoras desde la perspectiva de la actividad, *Infancia y Aprendizaje*, 58, 125-141, 1992.
- Rumelhart, D. E. y Ortony, A., La representación del conocimiento en la memoria, *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, 115-118, 1982.
- Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M.V., Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales, *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44, 1993.
- Sánchez Blanco, G.; Pro Bueno, A. de y Valcárcel Pérez, M. A. V. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria, *Enseñanza de las ciencias*, 15(1), 35-50, 1997.

Anexo I. Tipos y número de actividades de la secuencia de enseñanza para el tema disoluciones

	Secciones	Actividad N°
Mezclas	Iniciación	1*
	Desarrollo	2*, 3*
	Aplicación	4*, 5*, 6*, 7*
Disoluciones	Iniciación	8*
	Desarrollo	9*, 10*
	Aplicación	11*
Proceso de Disolución	Iniciación	12*, 13*, 14*
	Desarrollo	15*, 16*, 17
	Aplicación	18, 19, 20, 21
Concentración	Iniciación	22, 23, 24
	Desarrollo	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34
	Aplicación	35
Dilución	Iniciación	36
	Desarrollo	37, 38, 39, 40, 41
	Aplicación	42, 43

Nota: Las actividades marcadas con asterisco corresponden a las seleccionadas por la profesora.

Anexo II. Ficha de evaluación de actividades antes de su implementación

Ficha de evaluación de actividades
Nombre de la secuencia: Actividad número:
1. Opiniones sobre la actividad antes de desarrollarla
¿Los contenidos que se trabajan, son adecuados para el alumnado del curso concreto de intermodal en el que se van a llevar a cabo? Justifique la respuesta.
Valore justificadamente la actividad en lo que se refiere a: a) La comprensibilidad del texto para los alumnos. b) Los esquemas empleados (si los hubiera), en cuanto a su pertinencia, claridad, comprensibilidad. c) El interés que va a suscitar entre el alumnado. d) El estímulo y promoción de la discusión y el intercambio de ideas (en caso de actividad en pequeño grupo).
¿Qué problemas espera que tengan los alumnos de su clase en el transcurso de esta actividad? Especifique los detalladamente.
Piensa que la actividad requerirá: <input type="checkbox"/> mayor protagonismo del profesor (muchísima ayuda docente) <input type="checkbox"/> protagonismo compartido alumno/profesor <input type="checkbox"/> mayor protagonismo del alumno (poca intervención docente)
¿Considera adecuada la situación de la actividad en la secuencia de actividades? En caso contrario, ¿dónde la colocaría, antes o después del lugar propuesto?
Pienso que esta actividad es: <input type="checkbox"/> fundamental en este tema <input type="checkbox"/> una actividad más que se puede hacer <input type="checkbox"/> una actividad prescindible Justifique la respuesta.

Anexo III. Ficha de evaluación de actividades después de su implementación

Valoración de la actividad una vez desarrollada con el alumnado
¿Qué dificultades concretas tuvieron los alumnos en esta actividad en lo que se refiere a los contenidos que en ella se trabajan? ¿En qué aspectos concretos tuvo que intervenir con mayor detenimiento?
Especifique si las dificultades fueron mayoritarias, para todos los alumnos o pequeños grupos, o por el contrario las considera puntuales sólo en ciertos alumnos o grupos concretos.
¿Las dificultades encontradas fueron las esperadas inicialmente?
Evalúe como resultó la actividad en lo que se refiere a los aspectos que se enuncian a continuación. Indique si hay coincidencia entre lo observado en el aula y la evaluación realizada inicialmente. a) La comprensión del texto por parte de los alumnos. b) La utilización de los esquemas si los hubiera. Señale concretamente donde se apreciaron dificultades. c) El interés que ha suscitado en el alumnado. d) El estímulo del intercambio de ideas entre compañeros.
La actividad requirió: <input type="checkbox"/> mayor protagonismo del profesor (muchísima ayuda docente) <input type="checkbox"/> protagonismo compartido alumno/profesor <input type="checkbox"/> mayor protagonismo del alumno (poca intervención docente)
Después de realizar la actividad pienso que es: <input type="checkbox"/> fundamental en este tema <input type="checkbox"/> una actividad más que se puede hacer <input type="checkbox"/> una actividad prescindible Justifique la respuesta.

Anexo IV. Taxonomía de criterios de selección de la docente

Actividad N°	Aspecto	Valoración del docente	
		Antes de desarrollarla	Una vez desarrollada
8	Contenidos	Adecuados. Se interpreta el texto, ya saben qué es una disolución.	
	Comprensión	Buena.	Regular. Hubo que aclarar qué era recoger un gas en agua y que la fermentación era un proceso.
	Esquemas	No hay.	No hay.
	Interés	Bueno.	Bueno. Más aún cuando discutían de situaciones que los hacían dudar.
	Estímulo, discusión	Regular.	Bueno. Todos aportaban ideas de cuáles podían ser disoluciones sólidas o gaseosas.
	Dificultades	Ninguna.	Una alumna no comprendía la primera pregunta. En general, hubo que aclarar que las disoluciones no son todas líquidas y que su formación no implica necesariamente una reacción química.
	Protagonismo	Mayoritariamente del alumno.	Compartido alumno/profesor.
	Ubicación en secuencia	Sí.	
	Importancia	Fundamental en este tema.	Fundamental para aclarar que también existen disoluciones sólidas y gaseosas.

Anexo V. Relaciones activadas por los estudiantes en el total de actividades

RELACIONES	f
Fundamentales	
Las disoluciones son de uso cotidiano	90
Identifica distintos tipos de sistemas materiales	95
Las disoluciones son mezclas homogéneas	77
Reconoce la representación microscópica	38
Las disoluciones están compuestas por dos o más componentes	70
Identifica los métodos de separación de los componentes	22
Reconoce soluto y solvente	65
El soluto está en menor proporción y el solvente en mayor	50
Las disoluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas	59
El disolvente más difundido es el agua	24
El solvente determina el estado de agregación de la disolución	13
La disolución es un proceso	91
En el proceso de disolución se conserva la masa	15
El proceso de disolución depende de la naturaleza del soluto y del disolvente	67
Reconoce el proceso de solvatación	28
Reconoce el proceso de simple dispersión	16
Alejadas de la ciencia escolar	
Todas las mezclas son homogéneas	4
Todos los sistemas materiales son mezclas	48
Todas las disoluciones son líquidas	1

La naturaleza de la disolución depende sólo del soluto	3
El solvente siempre es el agua	5
El soluto desaparece en la disolución	2
No identifica los distintos procesos	44

f = frecuencia o número de relaciones activadas en el total de actividades

Anexo VI. Esquemas de pensamiento organizados por niveles

Niveles	4		3		2		1
	a	b	a	b	a	b	
Alumnos	2, 6, 22	1, 9, 10, 25	11, 12, 14, 24	3, 4, 8, 13	5, 7	18, 19, 20	15, 16, 17, 21, 23
Relaciones fundamentales							
Las disoluciones son de uso cotidiano	X	X	X	X	X	X	X
Identifica distintos tipos de sistemas materiales	X	X	X	X	X	X	X
Las disoluciones son mezclas homogéneas	X	X	X	X	X	X	X
Reconoce la representación microscópica	X	X	X	X	X	X	
Las disoluciones están compuestas por dos o más componentes	X	X	X	X	X	X	X
Identifica los métodos de separación de los componentes	X	X	X	X	X	X	X
Reconoce soluto y disolvente	X	X	X	X	X	X	X
El soluto está en menor proporción y el disolvente en mayor	X	X	X	X	X	X	X
Las disoluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas	X	X	X	X	X	X	X
El disolvente más difundido es el agua	X	X	X	X	X	X	X
El disolvente determina el estado de agregación de la disolución	X	X			X		
La disolución es un proceso	X	X	X	X	X	X	
En el proceso de disolución se conserva la masa	X	X	X		X		
El proceso de disolución depende de la naturaleza del soluto y del disolvente	X	X	X	X	X	X	
Reconoce el proceso de solvatación	X	X	X	X		X	
Reconoce proceso de simple dispersión	X		X				
Relaciones alejadas de la ciencia escolar							
Todas las mezclas son homogéneas							
Todos los sistemas materiales son mezclas	X	X	X	X	X	X	X
Todas las disoluciones son líquidas							
La naturaleza de la disolución depende sólo del soluto						X	X
El solvente siempre es el agua							X
El soluto desaparece en la disolución						X	X
No identifica los distintos procesos		X	X	X	X	X	X

Anexo VII. Actividad 3

- Expresa con tus palabras el concepto de mezcla. Discute con tus compañeros las diferencias entre mezcla y sustancia.
- ¿Todas las mezclas son iguales? Clasifícalas. Piensa en algún procedimiento que te permita recuperar los componentes de una mezcla.
- Expresa con tus palabras el concepto de disolución. ¿Cuál es la relación de las disoluciones con las mezclas?

Marca con una cruz aquellos sistemas materiales que podrías clasificar como disolución:

- perfumes
- jugos de fruta
- piezas o herramientas metálicas
- soda
- leche
- gas natural
- atmósfera

Trata de representar gráficamente, utilizando el modelo de partículas, la estructura interna de los ejemplos de materiales a (perfume), c (pieza o herramienta metálica) y g (atmósfera). Luego compara con tus compañeros los dibujos realizados.

Sugerencias para el profesorado

Los sistemas materiales son innumerables, forman parte de nuestra vida y muchos de ellos están en permanente evolución gracias a los avances tecnológicos.

La mayoría no son elementos puros ni “sustancias” en el sentido químico del término, sino mezclas de sustancias más simples. Podemos citar, por ejemplo, el aire, el vino, las aleaciones, la savia, el gas natural, etc. El hombre ha desarrollado estrategias que le han permitido separar sus componentes y conocer sus propiedades para poder utilizarlas.

El docente podrá trabajar aquí los conceptos de mezclas heterogéneas y homogéneas. Los ejemplos proporcionados brindarán a los estudiantes la posibilidad de relacionar los aspectos macroscópicos de mezclas homogéneas en los tres estados de agregación y cómo algunos sistemas materiales que

pueden parecer mezclas homogéneas, en realidad, no lo son (leche, jugos, atmósfera).

Se puede volver a la actividad 1 de la secuencia y aclarar que el aire, para que pueda ser considerado una mezcla homogénea, debería estar filtrado y seco (a los efectos de separar partículas en suspensión y vapor de agua). La atmósfera es un ejemplo típico de mezcla inhomogénea, ya que es un sistema cuyas propiedades físicas y químicas van variando gradualmente sin presentar superficies de discontinuidad. Se podría relacionar aquí con las ciencias sociales explicando, por ejemplo, por qué en la altura la amplitud térmica es mayor. El aire, al contener menos partículas en suspensión, no retiene tanto el calor del sol como a nivel del mar, donde la amplitud térmica es menor. Otro ejemplo de este tipo es el océano.

Los docentes podrán realizar aquí un esquema síntesis de las técnicas más sencillas de separación de los componentes de las mezclas tanto homogéneas como heterogéneas.

La representación en papel permitirá al docente comprobar si los alumnos recurren espontáneamente al modelo de partículas; de no ser así, podrá retomar el modelo corpuscular y cinético molecular y, al aplicarlo, facilitar la comprensión del tema (Figura 1).

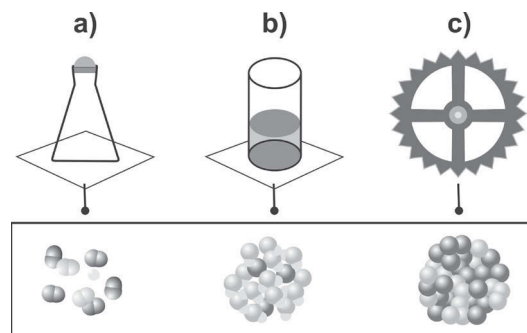


Figura 1.

- El aire es una mezcla de gases que incluye entre otros a los aquí representados: nitrógeno, oxígeno y argón.
- El perfume es una mezcla alcohólica de esencias (notas).
- Las aleaciones son una mezcla homogénea de metales.