

Esta sección engloba la anterior, que se llamaba HUESOS DUROS DE ROER, con nuevas contribuciones sobre unidades didácticas y otras aportaciones en la didáctica disciplinaria.

Estudio sobre la problemática del aprendizaje de las disoluciones en el nivel universitario

*Cervellini, M. I.; Muñoz, M. A.; Zambruno, M. A.; Vicente, N. M.; Rouaux, R y Chasvin, M. N.**

Abstract

Based on the teaching practice experiences from university students of Chemistry courses, difficulties with the concept of solution, its characteristics and the laws that rule their behavior have been detected.

In this research work, the results of a study carried out in a Chemistry course in the area of the Natural Sciences are presented, while, at the same time, some strategies to achieve more meaningful learning experiences are proposed.

Introducción

Se puede afirmar que, para el alumno, aprender ciencias en general implica adquirir capacidades, difíciles de incorporar a un sistema cognitivo que le es muy eficaz en el mundo cotidiano pero que restringe seriamente su capacidad de representar el mundo mediante modelos y teorías científicas.

Un grupo de docentes e investigadores de universidades de diferentes países, estudiando el abordaje de la enseñanza de la química, destacaron que existe una visión dominante de la química escolar (Chamizo, 2001), concluyeron que “la educación química normal está aislada del sentido común, de la vida cotidiana, de la sociedad, de la historia y filosofía de la ciencia, de la tecnología, de la física escolar y de la investigación química actual”.

En investigaciones realizadas en relación con el tema disoluciones (Cervellini y otros, 2004) con alumnos ingresantes, se ha podido determinar que tienen serias dificultades, provenientes de preconcepciones o ideas intuitivas fuertemente arraigadas, que provocan grandes dificultades en la adquisición del conocimiento científico ya que muchas de estas ideas persisten por largos años (Cervellini y otros, 2002-03).

Otros diagnósticos realizados dan cuenta de

dificultades debidas a la falta de comprensión de procesos y su aplicación a situaciones problemáticas (Angelini, 2001).

En la construcción de un concepto, como es el de disoluciones, es importante tener en cuenta su epistemología, lo que implica la reconstrucción histórico social de su racionalidad, que responde a preguntas como: ¿cuándo apareció ese concepto?, ¿por qué fue necesario?, ¿cuál es su utilidad? (Chamizo y Gutiérrez, 2004).

Es de esperar que los alumnos a la vez que incorporan el concepto de disoluciones a su estructura cognitiva entiendan su universalidad, ya que éste formará parte de conceptos básicos sobre los que construirán conocimientos posteriores.

Un concepto formulado en una palabra representa un acto de generalización. Es un acto de pensamiento dinámico, complejo, que se desarrolla y se construye de una manera personal, idiosincrásica, en relación con la experiencia del sujeto. El desarrollo de los conceptos presupone una serie de actividades intelectuales que involucran a la atención, a la memoria lógica, a la abstracción y a la habilidad para encontrar semejanzas y diferencias.

Los conceptos surgen de percepciones, uniendo diversas experiencias y extrayendo lo que tienen en común.

Se debe tener en cuenta que el conocimiento científico que se intenta transmitir en el aula compite con el conocimiento cotidiano, al que no se debe sustituir sino reinterpretar a partir de la mirada de la ciencia. Es necesario relacionar los contenidos que se aprenden con los conocimientos previos que poseen los alumnos para lograr un aprendizaje con significado. No es una tarea simple pero permite un aprendizaje más perdurable. En consecuencia la construcción de significados debe ser el objetivo de la enseñanza de cualquier tópico, donde el profesor contribuya a que los alumnos establezcan relaciones, analicen y argumenten (Rubio, 2003).

Algunos aspectos a considerar

Distintos autores han estudiado la situación generada en el proceso de aprendizaje de las ciencias,

* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Uruguay 151. 6300. Santa Rosa. La Pampa. Correo electrónico: micervellini@exactas.unlpam.edu.ar
Recibido: 19 de enero de 2005; aceptado: 30 de octubre de 2005.

asumiendo que las dificultades en la comprensión se deben en buena medida a que el conocimiento científico que se pretende enseñar resulta contrario a muchas de las suposiciones y creencias que los seres humanos tenemos sobre el mundo (Gómez Crespo y otros, 2004). De esta manera se deberá facilitar, más allá del cambio conceptual, un cambio en la forma de representarse el mundo que permita la comprensión y asimilación de las teorías y los modos de hacer ciencia. Las capacidades que necesitan los alumnos no formarían parte de su bagaje cognitivo sino que resultarían de un proceso socio-cultural y educativo (Pozo, 1999).

Los procesos de aprendizaje y la manera en que se aprende la ciencia están íntimamente relacionados con las actividades que realizamos cotidianamente. Si bien se reconoce su relevancia en variados campos, la importancia que se suele dar a la Química no va de la mano con el conocimiento que se tiene de ella. Existe en la sociedad una falta de cultura general a nivel de conceptos químicos elementales. Aquellos contenidos curriculares que exigen a los que aprenden un pasaje del mundo macro al submicroscópico y al simbólico son los más difíciles de asimilar (Valdez y otros, 1998).

En los primeros cursos de Química de nivel universitario hemos detectado dificultades en el aprendizaje del tema disoluciones. De lo indagado se puede deducir que, a pesar de que los alumnos han dedicado al menos un año al estudio de contenidos de Química en su paso por el Nivel Polimodal, no tienen en claro los conceptos de estructura de la materia y, en consecuencia, tampoco el de sistemas materiales en el que se incluye el tema de disoluciones.

En este trabajo se planteó el estudio de dificultades que tienen los estudiantes para interpretar a escala macroscópica y submicroscópica el tema disoluciones, en relación con deficiencias en la comprensión del concepto de solubilidad y concentración.

El objetivo de esta investigación fue conocer las preconcepciones y mecanismos de comprensión que posee el grupo de alumnos ingresantes, para que esto nos ayude a encontrar nuevas estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje de este tema.

Los problemas detectados en la comprensión del tema en estudio puede entenderse teniendo en cuenta que la enseñanza de las ciencias, hasta hace muy poco tiempo, se daba totalmente descontextualizada de los intereses y de la cotidianeidad que viven los alumnos y, además, cargada de conceptos teóri-

cos y abstracciones que hacen dificultoso el aprendizaje significativo.

A partir de las experiencias en la propia práctica se ha podido observar que los conocimientos que comprenden a las disoluciones y sus propiedades, a algunas de las leyes que rigen su comportamiento y a las diferentes formas de expresar la concentración de las mismas, son de difícil comprensión para los alumnos (Muller y Llano, 2002-03).

Si bien las disoluciones, como sistemas materiales, están presentes en un sin número de situaciones en nuestro entorno cotidiano y abundan los ejemplos, al parecer no se interpreta el concepto, las características y las propiedades que poseen. Por ello, al efecto de disminuir la complejidad de los tópicos, se utilizan modelos que describen la realidad de una forma aproximada.

Los alumnos manejan modelos cotidianos que le permiten realizar predicciones correctas sobre el mundo que los rodea, pero que suelen ser erróneas para la ciencia (García y otros, 2004). Por lo general el conocimiento cotidiano no cambia y no es fácil sustituirlo por otro científicamente más aceptado como se pretende. Por esto es necesario modificar los principios a partir de los cuales los alumnos han elaborado sus conocimientos, ya que son diferentes a los que estructuran las teorías científicas.

Metodología

A partir de los supuestos teóricos-metodológicos de la investigación cualitativa se siguió el esquema del estudio de casos.

En la primera parte de la investigación se hicieron observaciones generales durante el dictado de las clases teóricas, en las de resolución de problemas y en las de laboratorio, para poder realizar asociaciones y seleccionar aquellas que resultaron más interesantes, siguiendo el procedimiento inductivo. Se tuvo en cuenta la importancia del proceso reflexivo grupal como elemento principal de la investigación-acción. Dentro de este proceso se enfatizó en la búsqueda de contradicciones entre el discurso sobre nuestra práctica y el discurso en nuestra práctica (lo que decimos que hacemos y lo que realmente hacemos). También se profundizó en el diagnóstico de la situación problemática desde diversas perspectivas, tratando de incluir a todos los actores que intervienen en el proceso educativo.

Al final de esta etapa diagnóstica se diseñó un cuestionario que incluyó diversos tópicos relativos a:

- Reconocer a las disoluciones dentro de los siste-

mas materiales y clasificarlas en función del estado de agregación.

- Concepto de solubilidad y factores que la afectan.
- Concentración de las disoluciones, expresiones cuali y cuantitativas.

Este cuestionario de opción múltiple fue aplicado en una muestra de 80 alumnos de primer año de Química¹ del área de Ciencias Naturales², antes de la instrucción. Esto permitió tener una idea de los conocimientos previos.

En este estudio el muestreo fue intencional y consistió en seleccionar los casos de interés por la información que pudieran aportar y no se tomaron en cuenta criterios externos (Patton, 1990).

Con el fin de asegurar el rigor científico en esta tarea, se emplearon estrategias de triangulación, auditoría y contrastación con otros informantes, partiendo de la base de que el método comparativo es un buen recurso intelectual. Además, en función de alcanzar precisión metodológica, se tomaron en cuenta los criterios de credibilidad, dependencia, transferibilidad y confirmabilidad de Lincoln Guga (1985).

El análisis de los datos no fue rígido, sino que implicó una actividad reflexiva que hizo necesaria una segmentación de la información aportada, de manera tal que surgieran unidades significativas, tal como lo propuso Tesch (1990). En consecuencia emergieron de los datos categorías que fueron tentativas y flexibles, siendo su principal recurso intelectual la comparación.

A partir de la multiplicidad de los datos obtenidos y de la información que éstos aportaron fue necesario realizar una agrupación de los mismos, según la metodología de Miles y Huberman (1994), para simplificarlos y seleccionarlos y, de esta manera, categorizarlos para su posterior análisis.

Las categorías no fueron predefinidas sino que surgieron a medida que se analizaron los datos, teniendo en cuenta los criterios conversacionales, sociales y temáticos (Rodríguez Gómez y otros, 1990). La metodología consistió en ir definiendo categorías provisorias según se avanzaba en el examen de los datos, pudiendo quedar luego consolidadas, modificadas o suprimidas en razón de comparación entre las mismas (Strauss, 1987).

El sistema de categorías establecido posee caracte-

terísticas de objetividad (comprensible para distintos codificadores) y de pertinencia (relevantes en cuanto a los objetivos del estudio y adecuadas al contenido analizado) según Mucchielli (1988).

Como producto del análisis se obtuvo el siguiente sistema de categorías, relacionadas con:

- La distinción del concepto de solución como sistema material.
- Los componentes que forman una disolución (soluto y solvente).
- Las características del soluto y solvente.
- el estado de agregación de la disolución.
- Los factores que afectan la solubilidad.
- La solubilidad desde el punto de vista cualitativo.
- El estado de agregación de la disolución.
- La velocidad de disolución.
- La concentración de una solución desde el punto de vista cuantitativo.

La información contenida en las categorías que tenían algo en común fue reducida y reagrupada, para sintetizar los datos en cuatro metacategorías relacionadas con:

I: las soluciones como sistemas materiales y su estado de agregación.

II: los componentes y características de una solución.

III: la solubilidad y factores que la afectan.

IV: las expresiones de concentraciones (cualitativa y cuantitativa).

A partir de las conclusiones se programó la actividad instruccional que abarcó cuatro clases de tres horas cátedra cada una. Las dos primeras clases fueron de carácter teórico práctico donde el docente a cargo intercaló el esquema de clase expositiva con la tarea grupal para producir la discusión entre pares y alcanzar los objetivos propuestos. Las restantes clases tuvieron carácter práctico, donde se resolvieron problemas de nivel de complejidad creciente y se realizaron experiencias de laboratorio.

En este contexto se abordaron algunos recursos orientados a favorecer el desarrollo de los procedimientos y actitudes fundamentales para el aprendizaje de contenidos conceptuales.

En una etapa posterior a la instrucción se tomó nuevamente el mismo cuestionario para detectar, en los alumnos, el grado de asimilación e internalización de los conceptos desarrollados.

Algunos datos obtenidos hicieron necesario implementar una metodología etnográfica interpretati-

¹ Abarca tópicos de Química General.

² De la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.

va, sobre la base de entrevistas personales semiestructuradas, para completar los resultados.

Resultados y discusión

En la encuesta previa se observó que los alumnos (67%) manifestaban dificultades en distinguir las características del soluto y del solvente necesarias para preparar una disolución. A su vez se detectaron inconvenientes al momento de distinguir los factores que influyen en la solubilidad de un soluto en un determinado solvente (30%) y en la determinación cuantitativa de la concentración de una disolución (80%).

A partir de estos resultados se podría inferir que los alumnos no internalizan la relación existente entre la estructura de las sustancias y sus propiedades, ya que sus esquemas cognitivos parecen responder a niveles macroscópicos, no llegando al microscópico y submicroscópico necesarios para interpretar los temas analizados.

Los datos de la encuesta pos-instruccional, analizados con iguales criterios metodológicos a los utilizados en la encuesta previa, fueron agrupados respetando las cuatro metacategorías surgidas en el análisis anterior.

En las metacategorías II, III y IV, los datos muestran un aumento sustancial de las respuestas correctas cercano al 80% del total.

No sucede lo mismo en la metacategoría I, donde el incremento de las respuestas correctas no superó el 5%. En esta metacategoría, formada por dos categorías, las preguntas estaban referidas directamente a la distinción de las disoluciones como sistemas materiales (tres preguntas) y al estado de agregación de las disoluciones (dos preguntas).

Dado que los alumnos no pudieron aplicar los conceptos en forma precisa, surgió la necesidad de realizar una indagación más profunda. A tal fin se implementaron una serie de entrevistas cuya información se elaboró y organizó en mapas conceptuales.

Las entrevistas son muy ilustrativas ya que permiten ver qué tan arraigadas están las concepciones de los estudiantes que, en algunos casos, interfieren con el aprendizaje y, además, establecen momentos de discusión donde los alumnos pueden explicar sus propias ideas para clarificarlas y así reorganizar los conceptos sobre el tema.

A partir de estas entrevistas se infiere que los alumnos no tienen dificultades para interpretar el concepto de disolución a nivel macroscópico ni para distinguirlo dentro de un grupo de sistemas materiales, ya que en casi todos los casos los alumnos

lograron clasificar correctamente los sistemas propuestos, reconocer a las disoluciones y armar sus propios sistemas. Un 20% no distingue a las disoluciones como sistemas materiales y no considera los estados de agregación que pueden presentar las mismas, lo que ratifica los resultados obtenidos en las encuestas (metacategoría I).

Las argumentaciones expuestas en las entrevistas sirvieron para elaborar los mapas cognitivos que como ejemplo se presentan en el anexo. Estos mapas son muy útiles al momento de recuperar información para poder interpretar los procesos y productos metacognitivos que poseen los alumnos, permitiendo de esta manera interpretar algunos problemas de la enseñanza y del aprendizaje.

En el mapa de mayor porcentaje de argumentaciones esperadas, se observa un orden lógico, donde el alumno establece relaciones apropiadas entre los aspectos macroscópicos y submicroscópicos de las disoluciones. El mapa con menor porcentaje de argumentaciones es una representación esquemática de unos pocos conceptos con escasas o nulas relaciones, que pone de manifiesto una escasa organización de los conocimientos y un nivel de abstracción que se limita tan sólo a la interpretación macroscópica de las disoluciones.

Conclusiones y propuesta de estrategias

Aprender ciencias en general y Química en particular demanda un profundo cambio conceptual que ayudará al alumno a reorganizar las ideas intuitivas o cotidianas para lograr un verdadero aprendizaje, siendo necesario diseñar diferentes estrategias orientadas al logro de un cambio conceptual y un aprendizaje de conceptos con criterios funcionales.

Es conveniente hacer hincapié en aquellas observaciones y razonamientos que ayuden a comprender el comportamiento de las partículas submicroscópicas que no siempre se corresponde con las observaciones fenomenológicas de los procesos químicos.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que persisten las ideas intuitivas y los saberes adquiridos en el entorno cotidiano, por lo que los alumnos manifiestan ciertas dificultades al momento de modificar sus estructuras cognitivas.

Este estudio permitió identificar en los estudiantes asociaciones de carácter macroscópico y además algunas descripciones microscópicas que evidencian procesos aislados de abstracción.

Se debe estimular la observación y el cuestionamiento, para provocar el conflicto cognitivo, de este

modo los alumnos podrán modificar sus concepciones. Éste es un proceso complejo que no se logra a corto plazo, en consecuencia es una meta difícil de alcanzar en un ciclo lectivo. Lo que puede lograrse es una modificación en el perfil de los estudiantes.

Es importante, en la tarea docente, el planteo y la búsqueda permanente de estrategias variadas, materiales didácticos y textos que puedan ir conduciendo a los estudiantes a un cambio en sus ideas, de manera que se vayan transformando en concepciones científicas o cercanas a ellas.

Si bien la gama de estrategias metodológicas es amplia, consideramos que se debe adecuar a las posibilidades del grupo y a la disponibilidad de instrumental.

Para próximos ciclos académicos se seleccionaron algunas estrategias metodológicas tales como:

- Diseñar experiencias de laboratorio donde los alumnos identificarán a las disoluciones, dentro de un grupo de sistemas materiales en distintos estados de agregación.
- Programar ejercicios utilizando el modelo de partículas para que los alumnos puedan internalizar el concepto de soluto, solvente y disolución.
- Preparar soluciones acuosas de uso cotidiano a diferentes concentraciones, a partir de los datos de la solubilidad de los manuales de Química.
- Resolver cuestiones prácticas en el laboratorio siguiendo una metodología de trabajo que integre los conceptos químicos, la tarea grupal y el aprendizaje cooperativo, para que el alumno pueda transferir los aprendizajes a otras circunstancias de la vida.
- Interpretar, desde el punto de vista de la Química, diversos temas o noticias difundidas por distintos medios (revistas de divulgación general, diarios, televisión, etc.) que contengan conceptos de disoluciones.

Con estas propuestas se pretende favorecer el interés en el aprendizaje de la Química, la participación de los alumnos, la reflexión sobre lo estudiado y la autoevaluación. ▀

Bibliografía

Bello, S. Ideas previas y cambio conceptual, *Educ. quim.*, **15**[3], 210-217, 2004.

Cervellini, M.I.; Zambruno, M.A.; Vicente, N.M.; Muñoz, M.A.; Chasvin, M.N. Un diagnóstico interesante. *ALDEQ*, Año XVI [XVI], 196-199, 2002-03.

Chamizo, J.A. y Gutiérrez, M.Y. Conceptos fundamentales en química 1. Valencia. *Educ. quim.*, **15** [x], 359-365, 2004.

García, M.; Espíndola, C y Cappannini, O. Proceso clasificatorio de materiales en alumnos de Escuela General Básica, *Educ. quim.*, **15**[x], 366-371, 2004.

Gómez Crespo, M.A.; Pozo, J.I.; Gutiérrez Julián, M.S. Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos, *Educ. quim.*, **15**[3], 198-209, 2004.

Guba, E. G. y Lincoln, Y. S. Competing Paradigms in Qualitative Research. *Handbook of Qualitative Research*. Sage Publication, 105-117, 1994.

Miles, M. B. y Huberman, A. M. *Qualitative data Analysis: An expanded sourcebook*. Sage. 1994.

Mucchielli, R. *El Análisis de contenidos de documentos y de comunicaciones*. Les edition ESF-Entreprise Moderne d'Édition. 1988.

Muller, C.G.; Llano, L.M. Expresiones de la concentración: un concepto fundamental en Química. *ALDEQ*, Año XVI [XVI], 182-187, 2002-03.

Patton, M. Q. *Qualitative evaluation and research methods*. (2º ed.) Sage Pub.

Pinto-Cañón, G. Motivación al aprendizaje de la química mediante el análisis de noticias de prensa. *ALDEQ*, Año XVI [XVI], 200-204, 2002-03.

Pozo, J.I. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional, *Enseñanza de las ciencias*, **17**[3], 513-520, 1999.

Rodríguez Gómez G., Gil Flores, J., García Jiménez, E. *Metodología de la Investigación Cualitativa*. ALJIBE (1996).

Rubio, R. El conocimiento de la química de nuestro entorno. Una aplicación educativa ciencia-tecnología para la ESO, *Alambique*, **38**, 33-41, 2003.

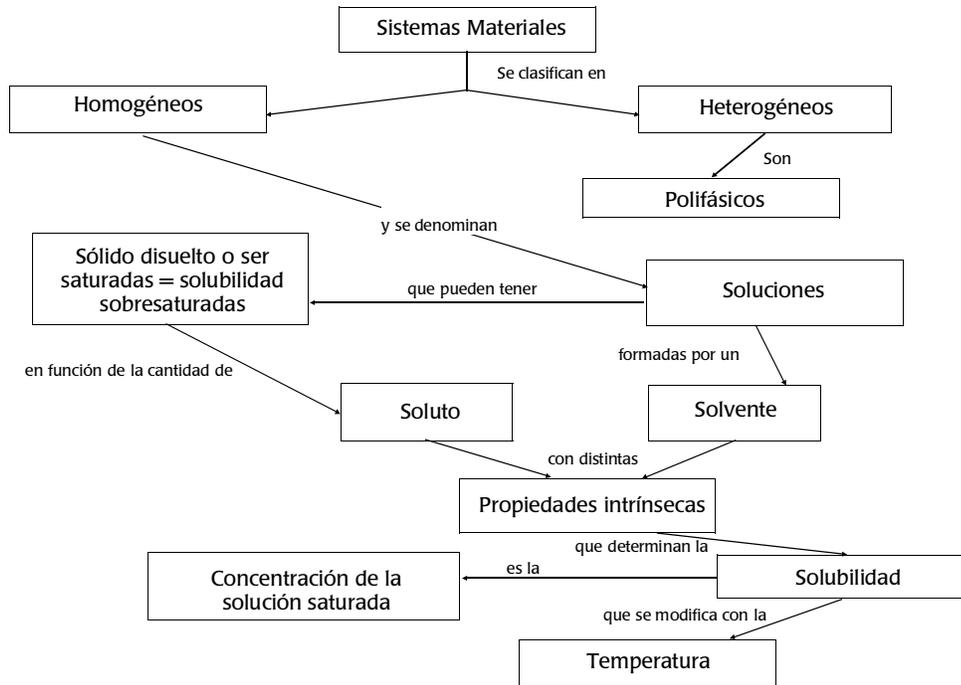
Tesch, R. *Qualitative Research*. Bristol: The Falmer Press. 1990.

Valdez, S.; Flores, F.; Gallegos, L. y Herrera, M.T. Ideas previas en estudiantes de bachillerato sobre conceptos básicos de química vinculados al tema disoluciones, *Educ. quim.*, **9**[3], 155-162, 1998.

ANEXO

Mapa Cognitivo

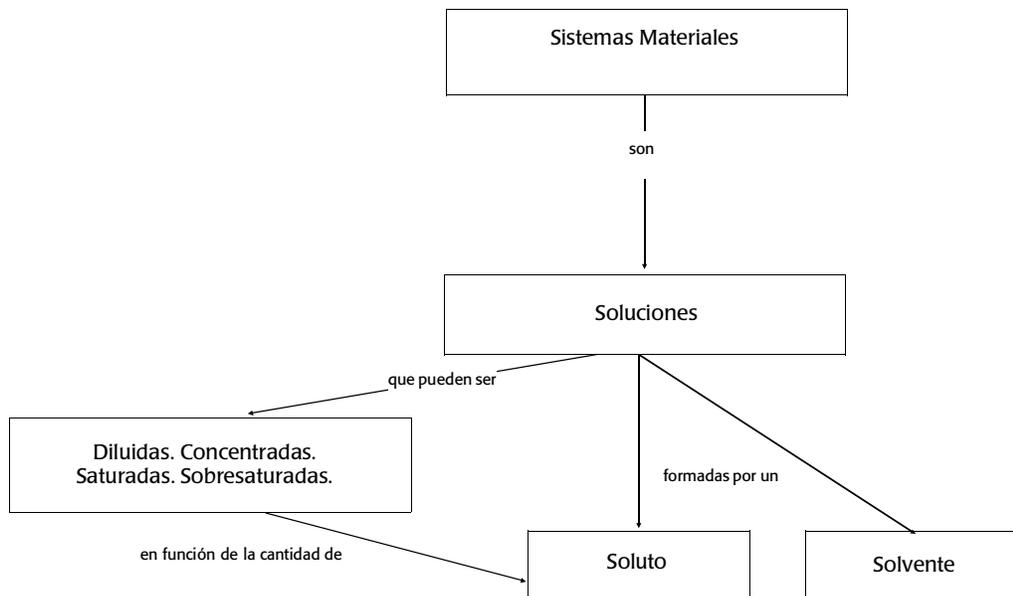
Entrevista 5



Mapa cognitivo de mayor porcentaje de argumentaciones

Mapa Cognitivo

Entrevista 4



Mapa cognitivo de menor porcentaje de argumentaciones