

DISOLVIENDO OBSTÁCULOS: DIAGNÓSTICO Y SUPERACIÓN DE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

FERNÁNDEZ URRETAVIZCAYA, RAMÓN⁽¹⁾, MORENO ROBERTO^(1,2)

- 1- Colegio Nacional Rafael Hernández de la UNLP.
- 2- Cátedra de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP.
- 3- refu_2000@yahoo.com ; romorenoar@yahoo.com.ar
- 4- Dirección para notificación: romorenoar@yahoo.com.ar

RESUMEN

Investigaciones en enseñanza de las ciencias indican que los alumnos construyen ideas sobre el funcionamiento de la naturaleza antes de llegar a una clase de ciencias. Estas concepciones alternativas de los estudiantes son el resultado de un razonamiento guiado por el sentido común, el cual simplifica la toma de decisiones y la construcción de inferencias con la información disponible. El obstáculo fundamental para los estudiantes subyace en la representación de lo *no observable*. Aquí se analiza la enseñanza de una temática que presenta estos inconvenientes, ya que la formación de soluciones, compuestos solubles y no solubles, e interacciones moleculares requiere poner en juego un conjunto de habilidades cognitivas para su aprendizaje, que exceden las herramientas que proveen los sentidos. Los estudiantes reflexionan y son críticos con los modelos explicativos concebidos desde un fuerte sesgo sensorial. Un cuestionario diagnóstico brindó a los alumnos la posibilidad de explicar un fenómeno, poniendo a prueba sus modelos y teorías. Los resultados muestran muy bajos porcentajes de respuesta que ofrecen una explicación del fenómeno en un plano “nanoscópico”. Se proponen actividades mediadas por TIC que ilustran representaciones en el plano macroscópico, submicroscópico y atómico-molecular. Estos elementos pueden favorecer la generación de relaciones que reorganicen sus estructuras cognitivas brindando una sistematización que otorgue mayor estabilidad a los conocimientos para enfrentar nuevas situaciones.

Palabras clave: diagnóstico - concepciones alternativas – modelos – simulaciones TIC

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se inscribe en la disciplina química, seleccionando un curso de 5° año del Colegio Nacional dependiente de la UNLP para su implementación. La materia es cuatrimestral con una carga horaria de 6 horas semanales distribuidas en dos días por semana. Los contenidos que son tomados para la siguiente propuesta se encuentran en la unidad 1. Estos temas son formación de soluciones e interacciones moleculares, compuestos solubles y no solubles en agua.

FUNDAMENTACIÓN

Numerosos trabajos de investigación en enseñanza de las ciencias indican que los alumnos construyen ideas sobre el funcionamiento de la naturaleza mucho antes de llegar a una clase de ciencias, e incluso se han publicado cientos de artículos sobre las “ideas previas” de los alumnos tanto en química como en otras disciplinas (Duit, 2004; Flores, 2004; citados por Talanquer, 2005).

En estos trabajos se concluye principalmente que en esta disciplina gran parte de las concepciones alternativas de los estudiantes son el resultado de un razonamiento guiado por el sentido común, a través del cual se simplifica la toma de decisiones y la construcción de inferencias en base a la información disponible (Pozo y Gómez Crespo, 1998). También es importante considerar que muchos de los conceptos que se abordan en química no están relacionados con la cotidianeidad de los alumnos, con lo cual muchas veces las concepciones que han adoptado los estudiantes son fruto de la instrucción que han recibido y no de construcciones de sentido común. Como señala Taber (2002) (citado por Callone y Torres, 2013) muchas concepciones alternativas en química se generan en parte en el proceso de enseñanza.

Aquí se quiere significar la dificultad que pueden presentar los estudiantes para tener su propio punto de vista sobre temas cuyas explicaciones se encuentran fuera de los sentidos, e inclusive el vocabulario necesario a emplear en estas explicaciones no sea el que se utiliza en forma cotidiana, con lo cual ni siquiera se puede inferir un uso inadecuado de la terminología. El obstáculo fundamental para los estudiantes subyace en la representación de lo *no observable*. En la medida en que el alumno debe abandonar los sentidos como fuente de representación no encuentran la forma de codificar alternativamente la estructura de la materia. Es decir, si las imágenes que el alumno recibe del mundo no son suficientes para que comprenda la estructura de la materia, el papel de la enseñanza es proporcionarles sistemas de representación alternativos que le permitan conocer su naturaleza (Trinidad Velazco y Garritz, 2003).

En esta propuesta se entiende que aprender química no requiere el reemplazo de las representaciones previas, sino una modificación de los estudiantes en su función cognitiva, que les permita integrar nuevas teorías o modelos conceptuales. De este modo, los estudiantes van complejizando y enriqueciendo cada vez más sus modos de razonamiento, aproximándolos a la posibilidad de construir representaciones del mundo no sensible. En este sentido, cabe afirmar que la enseñanza de las ciencias no debe pretender reemplazar concepciones alternativas por conceptos científicos, sino lograr que los estudiantes reflexionen y sean críticos con los modelos explicativos concebidos desde una mirada fenomenológica, impregnada de un fuerte sesgo sensorial.

Las actividades diseñadas para la enseñanza de la temática seleccionada se encuentran encuadradas en el marco teórico descripto. En primer término se utiliza un instrumento que permita detectar las concepciones de los estudiantes sobre el tema que se va a desarrollar. Entre las diferentes alternativas se decidió implementar una prueba diagnóstica de elaboración, ya que estas requieren por parte de los alumnos una exploración en todo su

bagaje de información almacenada para encontrar aquellas que resulten más adecuadas a las preguntas que deben responder. Al existir libertad de respuesta aportan abundante información, aunque suele ser dificultoso establecer categorías para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos. A través del instrumento seleccionado se pretende dar oportunidades para que los estudiantes exploren la capacidad que tienen en la comprensión y comunicación de la misma, para explicar un fenómeno, poniendo a prueba sus modelos y teorías.

La prueba diagnóstica experimental (ver anexo) incorpora la dimensión fáctica como base para responder a las preguntas, ya que este contexto experimental parece más adecuado para reemplazar al recuerdo que los alumnos puedan tener sobre cómo se disolvían o no determinadas sustancias.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA EXPERIMENTAL

En este caso se ha centrado la mirada en la capacidad explicativa de los alumnos sobre el fenómeno de disolución o no disolución de un sólido en un líquido. Para ello se establecieron diferentes niveles explicativos en la construcción del conocimiento que fueron adaptados de la propuesta formulada por Benarroch, 2000 (citada por Trinidad Velazco y Garritz, 2003). En la tabla 1 se describen los niveles explicativos considerados en las respuestas dadas por los alumnos

Nivel explicativo	Descripción
I	No responde
II	No hay explicaciones relacionadas con lo microscópico
III	Explicaciones que relacionan las interacciones (de partículas o moleculares) entre el solvente y el sólido.

Tabla 1: Niveles explicativos en la construcción del conocimiento adaptada de Benarroch (2000) (citada por Trinidad Velazco y Garritz, 2003).

Teniendo en cuenta estas categorías, en las tablas 2 y 3 se presentan los resultados encontrados en la prueba diagnóstica experimental administrada a estos dos cursos.

Nivel explicativo	Porcentaje de respuestas
I	15,91
II	63,64
III	20,45

Tabla 2: explicación sobre la disolución de los sólidos A y B

Nivel explicativo	Porcentaje de respuestas
I	18,18
II	65,91
III	15,91

Tabla 3: explicación sobre la No disolución del sólido C

De estos resultados se puede inferir que son muy bajos los porcentajes de respuesta que ofrecen una explicación del fenómeno en un plano “nanoscópico”, ya sea a través del modelo de partículas o de interacciones moleculares. También se puede ver que una interpretación en este plano resulta un 5 % más satisfactoria en la explicación de la disolución que la no disolución del sólido. Esta situación puede estar asociada al “conocimiento general”, unos de los cinco obstáculos considerados por Bachelard, 1976 (citado por Zamora 2002).

FUNDAMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS

De los resultados obtenidos se desprende que los sistemas proposicionales que se le proporcionan a los alumnos (matemáticos, algebraicos o mediante símbolos químicos), no resultan suficientes. De ser cierta esta interpretación, se precisaría un esfuerzo en la elaboración de sistemas de representación alternativos para la didáctica de la química. (Trinidad Velasco y Garritz, 2003)

Teniendo en cuenta que los conceptos científicos fácticos son creaciones intelectuales que surgen del interjuego entre la mente y la naturaleza, como sostienen Wainmaier et al., (2011), se propone una actividad que brinde un modelo mediador entre el correlato empírico y las abstracciones que trascienden los hechos.

Se ofrecen soportes complementarios como las simulaciones, que pueden resultar adecuados para lograr una evolución (no infinitesimal, sino discreta) en los modelos explicativos de lo que no se percibe a través de los sentidos.

Desarrollo de las actividades

1- **Actividades mediadas por TIC:** el empleo de una simulación de soluciones “soluciones de sal y azúcar” en la cual los estudiantes analizan las interacciones entre el soluto y el solvente en diferentes dimensiones: en primer término, en el campo macroscópico, es decir, en el mismo nivel que lo analizaron en el laboratorio (Figura 1); en segundo término, en un nivel submicroscópico, representándose el comportamiento de las partículas de soluto en la solución (Figura 2); y en tercer término, a un nivel atómico, mostrando las interacciones ión-dipolo (en el caso del cloruro de sodio) y las interacciones puente de Hidrógeno (no representadas en la animación) entre las moléculas del azúcar y las moléculas de agua (Figura 3).

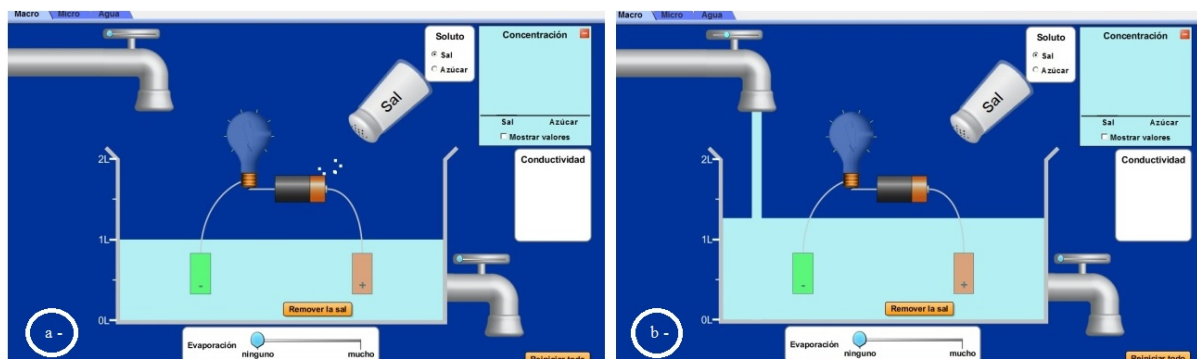


Figura 1: Simulación que representa el nivel macroscópico. a: Agregado de sal. b: Formación de la solución



Figura 2: Simulación que representa el nivel submicroscópico. a: Agregado de la sal. b: Formación de la solución.

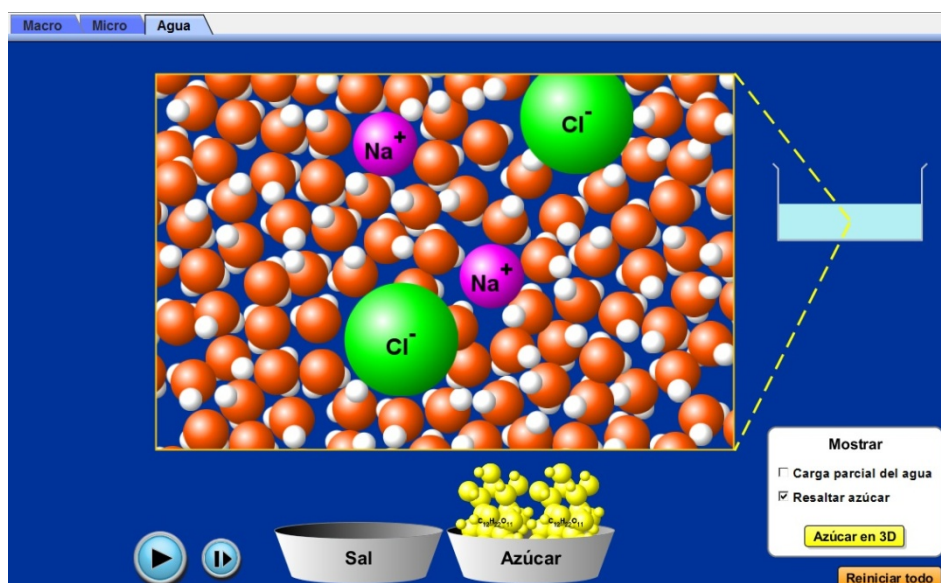


Figura 3: Simulación que representa el nivel atómico-molecular.

2- Desarrollo de actividades experimentales:

Se diseñó una experiencia de laboratorio que involucra que involucra más solutos y más solventes:

Trabajo práctico

A partir de la conformación de grupos de 4 alumnos realizamos las siguientes experiencias, mezclando los solutos y solventes según detalla la tabla 4:

Soluto/solvente	Agua	Hexano
NaCl	X	X
Glucosa	X	X
K ₂ Cr ₂ O ₇	X	X
I ₂	X	X
Hexano	X	

Tabla 4: indicación de la mezclas a realizar

Realizar un informe de laboratorio que contemple lo siguiente:

- 1- Descripciones de los fenómenos observados
- 2- Dar explicaciones de los fenómenos observados desde el plano macroscópico y desde el plano nanoscópico a través del modelo presentado.

Propuesta de evaluación de los aprendizajes adquiridos

Juan Pedro estuvo trabajando en el laboratorio con las siguientes sustancias: yodo, dicromato de potasio, agua y hexano. En cuatro tubos de ensayo realizó mezclas de las sustancias y obtuvo los resultados que se muestran en la Figura 4:

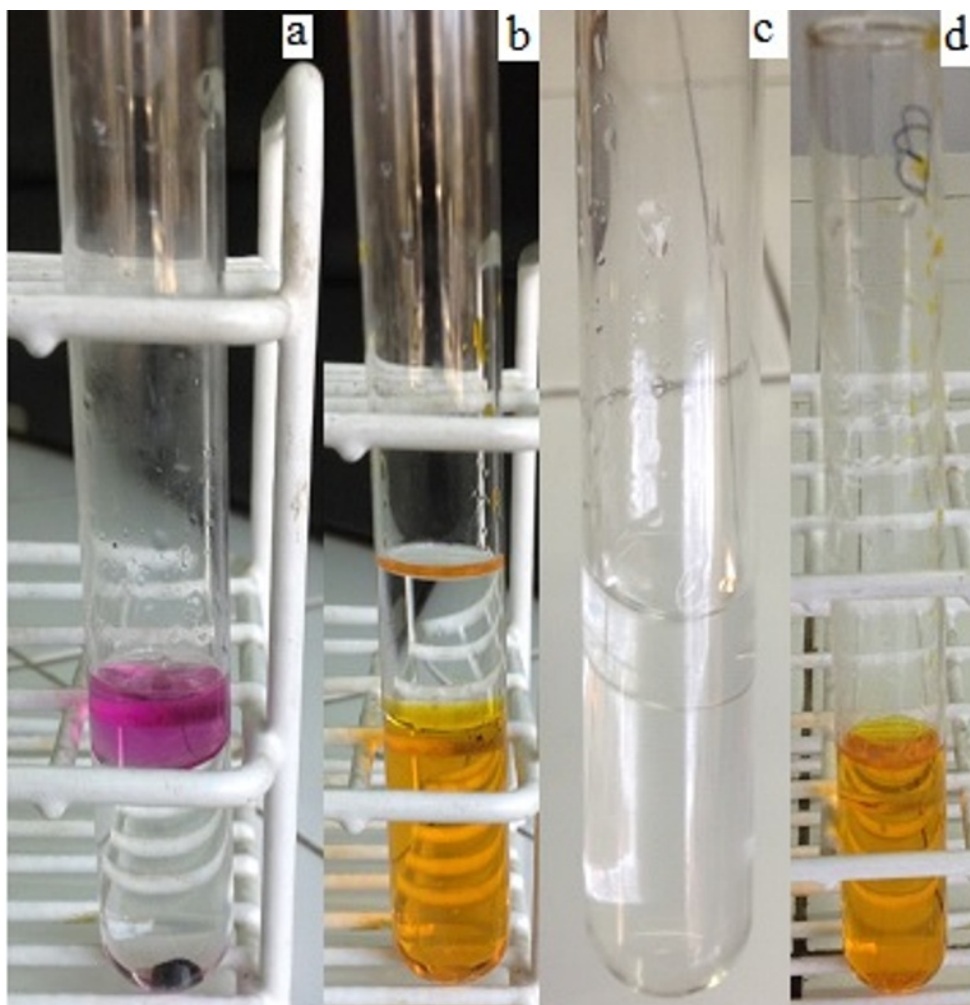


Figura 4: Tubos de ensayo. a: Sistema I. b: Sistema II. c: Sistema III. d: Sistema IV

Cada uno de los sistemas (Figura 4 a, b, c y d) puede contener dos o tres de las sustancias antes mencionadas. El desafío que se le plantea a cada grupo es identificar la composición de cada sistema, y justificar, empleando los modelos analizados, la elección realizada. Se utilizarán 45 minutos para esta actividad y posteriormente se hará una exposición por grupos donde cada uno presentará las propuestas de cómo están formados los sistemas.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados hallados en la prueba diagnóstica experimental están en consonancia con informes anteriores sobre concepciones alternativas de los estudiantes de escuelas secundarias presentados por Barker, 2000 (citada por Trinidad Velasco y Garritz, 2003). En este se señala que los estudiantes de nivel medio no usan tan fácilmente ideas abstractas tales como las de las partículas para responder preguntas acerca de las propiedades de la materia.

Viendo que tanto el trabajo de Bunce y Gabel (2002), como el de Pozo *et al* (1991) (citados por Trinidad Velasco y Garritz, 2003) concluyen acerca de la necesidad de emplear imágenes de las interacciones atómicas y moleculares u otro tipo de representaciones analógicas para mejorar el aprendizaje de la estructura corpuscular de la materia; en esta propuesta se ha planteado esta secuencia con la implementación de trabajos de laboratorio sencillos y simulaciones computacionales interactivas. Se pretende que los estudiantes sean protagonistas activos en esta construcción y reconstrucción de su propio entendimiento (Hodson 2004).

En definitiva, la intención de la propuesta es favorecer la evolución en la comprensión del fenómeno añadiendo elementos de conocimiento a los que ya poseen. Estos nuevos elementos pueden favorecer la generación de relaciones que reorganicen sus estructuras cognitivas brindando una sistematización que otorgue mayor estabilidad a los conocimientos, resistencia al olvido y capacidad para enfrentar nuevas situaciones (Salinas, 1994, citado por Wainmaier y Salinas, 2003).

PROYECCIÓN

Si bien las actividades planificadas apuntan al entendimiento profundo de una temática disciplinar, esta se encuentra en los inicios de un camino que pretende terminar en un pequeño trabajo de investigación dirigida en un contexto CTS. Se piensa en el estudio de las fuentes de contaminación de algunos arroyos de la ciudad, haciendo hincapié en la que se produce por compuestos químicos, principalmente los inorgánicos de tipo iónicos y los hidrocarburos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gil Pérez, D y Vilches, A. (2008). ¿Qué deben saber y saber hacer los profesores universitarios? <http://www.oei.es/decada/>. Consultado 3/8/2013.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias* 12, 299-313.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.

Talanquer, V. (2005). El químico intuitivo. *Educación Química*, 16 (4), pp. 540-547.

Trinidad-Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química* 14[2].

Wainmaier, C y Salinas, J. (2003). Algunas características del modo en que se aprenden las ciencias. *Extracto de tesis de Maestría*.

Wainmaier, C; Speltini, C y Salinas, J. (2011). Conceptos y relaciones entre conceptos de la mecánica newtoniana en estudiantes que ingresan a la universidad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), pp. 133-152.

Zamora, M. A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. *InterSedes: revista de las sedes regionales*. Universidad de Costa Rica.

ANEXO

Cuestionario diagnóstico experimental (Primera parte)

Por favor realicen en grupos de 4 la siguiente experiencia:

- a- Observe y anote las características del sólido contenido en cada tubo de ensayo (A y B).
- b- Agregue a cada tubo de ensayo agua hasta la marca realizada con la fibra, agite suavemente durante unos minutos.

Ahora en forma individual respondan las siguientes preguntas:

- 3- Describir brevemente que ocurrió luego de agregar agua y agitar.
- 4- Plantear una o más hipótesis que expliquen la observación descripta anteriormente.

Cuestionario diagnóstico experimental (Segunda parte)

Por favor realicen en grupos de 4 la siguiente experiencia:

- a) Observe y anote las características del sólido contenido en el tubo de ensayo (C).
- b) Agregue al tubo de ensayo agua hasta la marca realizada con la fibra, agite suavemente durante unos minutos.

Ahora en forma individual respondan las siguientes preguntas:

- 1- Describir brevemente que ocurrió luego de agregar agua y agitar.
- 2- Plantear una o más hipótesis que expliquen la observación descripta anteriormente.