

II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales *Actas*, II (2): 351-358, 2009. La Plata.

SISTEMAS MATERIALES: PROPUESTA DE TRABAJO PRÁCTICO CON MODELOS MOLECULARES Y SISTEMAS REALES

ROZAS, M. F.; BLUM, B

Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas INIFTA (UNLP, CCT La Plata-CONICET), Diag. 113 y 64, C.C. 16, Suc.4, B1904DPI La Plata, Buenos Aires. E-mail: rozas@inifta.unlp.edu.ar ; bblum@inifta.unlp.edu.ar

RESUMEN

El tema de sistemas materiales se imparte desde el 1^{er} año ESB. Sin embargo, una evaluación diagnóstica realizada con alumnos de 3^{er} año ESB al inicio del cuatrimestre del año lectivo 2008, reflejó que un 59 % esencialmente no pudo diferenciar o representar en forma gráfica sistemas homogéneos ni heterogéneos, comparado con un 59 % de alumnos aprobados en la evaluación (calificación 7-10). En base a los resultados obtenidos en dicha evaluación se diseñó una experiencia áulica llevada a cabo con dos grupos de 20-25 alumnos organizados en equipos de 4-5 integrantes cada uno, complementada con un trabajo de laboratorio en la casa. Para el trabajo en el aula se emplearon elementos lúdicos con el fin de simular situaciones reales que se presentan normalmente en trabajos prácticos de laboratorio, a la vez que se reforzaron normas de seguridad (no llevar a la boca, no oler, no derramar, manipular solo sustancias seguras, etc.). La duración del trabajo práctico estuvo prevista para un módulo de 80 minutos (2 horas cátedra). En ambos grupos se obtuvo una participación en clase sorprendente. Con respecto a la tarea en el hogar se diseñó una práctica de laboratorio con sustancias cotidianas (sal, azúcar, agua, etc.). La participación fue del 80-85%. Una evaluación luego de realizadas las prácticas mostró que un 95 % había dominado los conceptos básicos involucrados. En trabajos posteriores los conocimientos adquiridos resultaron ser de utilidad.

Palabras clave: laboratorio de química, ESB, modelos moleculares, sistemas materiales, soluciones

INTRODUCCIÓN

La enseñanza es un aprendizaje permanente, donde en forma dinámica se van modificando temas y formas de impartirlos. En este trabajo se presenta una variante que incorpora elementos lúdicos y experimentos con sustancias reales, para la enseñanza de sistemas materiales. Si bien los resultados que se presentan fueron obtenidos con alumnos de 3° ESB, el método se puede aplicar con alumnos a partir de aproximadamente 10 años de edad, según pruebas piloto que se han realizado con muy pocos chicos (parientes, vecinos). El trabajo está organizado en 3 bloques: una motivación, resaltando objetivos y metodología; la propuesta en sí; y los resultados de evaluaciones previas y posteriores a la enseñanza de los sistemas materiales por este método, como parámetro de la efectividad del mismo. En un anexo se presenta el listado de los materiales utilizados y recomendados para las prácticas.

Motivación

Si bien el tema de sistemas materiales se imparte desde el 1^{er} año ESB, una evaluación diagnóstica que abarcó el temario correspondiente a conocimientos generales de la materia, incluido el tema en cuestión (realizada a comienzos del año lectivo 2008 con alumnos de 3^{er} año ESB), reflejó que a un 59 % les era difícil diferenciar o representar en forma gráfica sistemas homogéneos y heterogéneos (calificación menor a 4). Mientras que el 59 % de los alumnos aprobó (calificación 7-10) y ninguno fue aplazado (Figura 1).

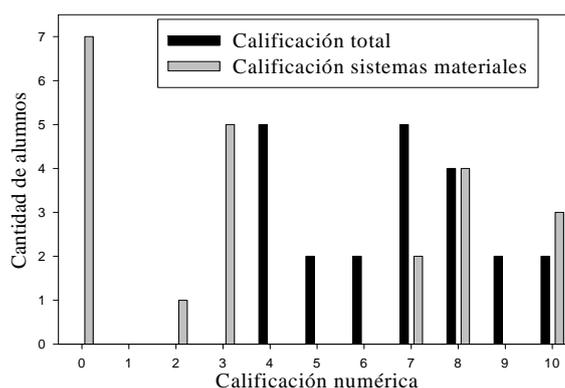


Figura 1.- Resultados obtenidos en la prueba diagnóstica al iniciar el primer cuatrimestre de 2008. Distinción entre calificaciones totales y las correspondientes a sistemas materiales.

En base a los resultados obtenidos en dicha evaluación se diseñó una experiencia áulica llevada a cabo con dos grupos de 20-25 alumnos organizados en equipos de 4-5 integrantes cada uno. Se emplearon elementos lúdicos con el fin de simular situaciones que se presentan normalmente en trabajos prácticos de laboratorio, a la vez que se reforzaron normas de seguridad (no llevar a la boca, no oler, no derramar, manipular solo sustancias seguras, etc.). La duración del trabajo práctico estuvo prevista para un módulo de 80 minutos (2 horas cátedra sin interrupción). Esta tarea se complementó con una práctica adicional en la casa. (Vidarte, 1997)

Objetivos

- Reafirmar y ampliar conceptos de sistemas materiales adquiridos en años anteriores de ESB:
- Emplear elementos lúdicos en clase con el fin de:
 - Introducir al alumno en el manejo de modelos moleculares.

Simular experiencias de laboratorio.

Diferenciar sistemas homogéneos (soluciones y sustancias puras).

Incorporar concepto de fase.

Incorporar concepto de solución diluida, concentrada y saturada.

- Desarrollar la capacidad de transponer a situaciones reales lo realizado en el aula.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en trabajos de laboratorio posteriores: comportamiento de sustancias iónicas y covalentes.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en otros trabajos durante el desarrollo de la materia: estructuras de Lewis, puente de hidrógeno, surfactantes, óxidos, hidróxidos y oxácidos.
- Incorporar normas de seguridad en el laboratorio (no llevar a la boca, no oler, no derramar, manipular solo sustancias seguras, etc.).

Metodología

- Actividades empleando elementos lúdicos en clase.
- Discusión sobre temas entre alumnos en equipos reducidos (4-5 integrantes).
- Trabajo en casa con sustancias reales (agua, sal, azúcar, aceite, té, etc.).
- Elaboración de un informe según lo observado con pautas sugeridas.

Presentación y desarrollo del trabajo áulico

Partiendo de las definiciones de sistema, porción de materia aislada para su estudio, y modelo, representación simplificada de la realidad, sujeto a limitaciones, que se usa para explicar o entender ciertos aspectos de la naturaleza (Vidarte, 1997), se ideó un modelo para estudiar sistemas materiales, homogéneos y heterogéneos. Para dicho modelo se incorporaron las siguientes limitaciones: 1) cada cuerpo geométrico representaba una molécula, la cual podía estar formada por uno o más átomos del mismo elemento o distintos elementos, 2) un conjunto de “moléculas” de igual forma, tamaño y color representaba una sustancia pura, 3) no existían reacciones químicas entre las “moléculas”. Se supuso que eran moléculas de sustancias desconocidas, por lo que podían ser tóxicas, debían manipularse con cuidado, no debían llevarse a la boca ni derramarse, y debían nombrarse de alguna manera (se sugirió el nombre de cada uno de los integrantes del grupo). Asimismo se extendieron los conceptos del modelo a situaciones con sustancias reales.

Antes de iniciar la clase se organizaron los bancos en el aula de manera que los alumnos formaran equipos de 4 o 5 integrantes. Al comenzar, se entregó a cada uno de los alumnos una guía impresa para completar durante el transcurso de la misma, abarcando los siguientes temas: sistemas homogéneos y heterogéneos; soluciones diluidas, concentradas y saturadas; clasificación de materiales reales (orgánicos, inorgánicos, sólidos, líquidos, gaseosos, sustancias puras y soluciones); informe de lo observado. Se hizo una breve introducción al tema (definiciones) y demostraciones de situaciones similares a las que debían resolver en la práctica. A continuación se dio comienzo a la clase y en el momento oportuno se entregaron los materiales correspondientes. Como tarea para el hogar se propuso un ejercicio con sustancias reales con su correspondiente informe.

Las demostraciones a cargo del docente fueron las siguientes:

Demostración 1: en un recipiente traslúcido grande con tapa el docente colocó distintas cantidades de tres sustancias previamente identificadas por forma y tamaño (asignando un nombre a cada una), todas del mismo color, para formar un sistema homogéneo (figura 2). Cada alumno debía completar el esquema, especificando el número de fases observadas y componentes del sistema representado. Aplicable como ejemplo real a una aleación, aire, etc.



Figura 2. Sistema homogéneo

Demostración 2: en un recipiente traslúcido con tapa el docente colocó una sustancia pura, luego verificando ante toda la clase agregó una “molécula” de otra sustancia (de menor tamaño y distinta forma, pero color similar), formando una solución diluida (Figura 3-a), donde la primera se denominó solvente por encontrarse en mayor cantidad y la segunda soluto por estar presente en menor cantidad. A continuación en el mismo recipiente adicionó más “moléculas de soluto”, observándose una sola fase (igual color), pero distinguiéndose “moléculas” pequeñas, solución concentrada (Figura 3-b). Finalmente agregó una gran cantidad de “moléculas de soluto”, distinguiéndose ahora claramente la formación de dos fases, una inferior de “moléculas” pequeñas precipitadas y una superior de “moléculas de soluto” dispersas entre las “moléculas de solvente”, es decir que se formó una solución saturada (Figura 3-c). Cada alumno debía completar el esquema, especificando el número de fases observadas y componentes del sistema representado en cada caso.

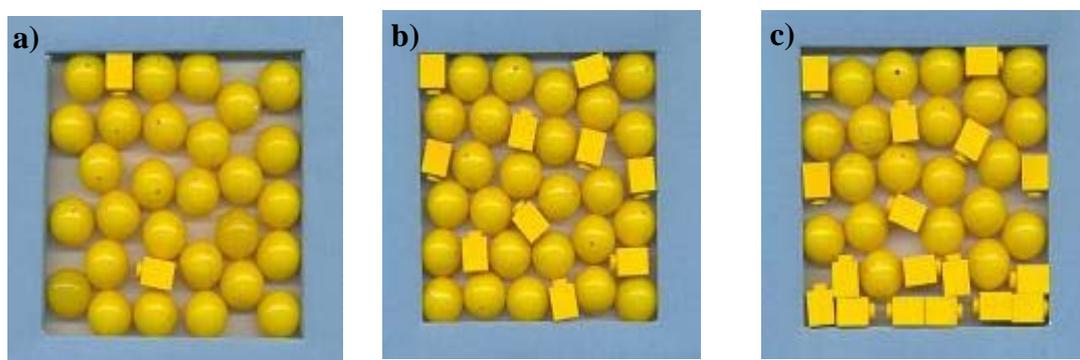


Figura 3. a) Solución diluida. b) Solución concentrada. c) Solución saturada

Prácticas en el aula y en la casa

Una vez finalizadas las demostraciones, se entregó a cada grupo el material necesario para llevar a cabo los ejercicios 1 y 2, previa identificación (elección de un nombre) de cada “sustancia”. Cada grupo debía formar en un frasco de plástico traslúcido un sistema heterogéneo y taponarlo. Bajo supervisión del docente, quien verificó su correcta formación (distinción de tres fases, Ver figura 4), debían dibujarlo, señalar sus partes e indicar fases y componentes. Luego, en otro frasco similar, procedían a construir un sistema homogéneo. Para ello debían seleccionar en forma adecuada las “sustancias”, identificar el solvente, el soluto y decir si se trataba de una solución diluida o concentrada.



Figura 4. Sistema heterogéneo

Los últimos 10-15 minutos de clase, se destinaron a un ejercicio similar al de la prueba diagnóstica, en el cual debían clasificar los materiales de un listado, proponer un sistema heterogéneo y homogéneo reales, confeccionar los esquemas correspondientes indicando sus partes, identificando fases y componentes, en base a los ejercicios 1 y 2.

En los 5 minutos finales, el docente explicó cómo proceder para llevar a cabo el ejercicio 4, diseñado para que trabajen en la cocina de sus casas (laboratorio químico de todos los días) con sustancias reales que utilizamos diariamente, preferentemente bajo la supervisión de un mayor perteneciente a la familia. La consigna era leer detenidamente las indicaciones escritas y ejecutarlas anotando en una hoja lo observado como se había hecho en clase. En el transcurso de las dos semanas siguientes todos los alumnos en forma individual tenían que entregar el informe completo, es decir, lo desarrollado en clase y en casa.

RESULTADOS

La materia era cuatrimestral, con examen final y una carga horaria de 3 horas semanales. El trabajo práctico se implementó por primera vez en el primer cuatrimestre (31 clases), con un grupo de 22 alumnos (grupo 1) y por segunda vez en el segundo cuatrimestre del 2008 (27 clases), con un grupo de 21 alumnos (grupo 2). En este último caso se dispuso que el informe entregado sería corregido con calificación numérica, para lo cual el docente retenía los informes corregidos hasta que todos lo hubieran entregado.

Con el primer grupo se obtuvieron los siguientes resultados: 17 alumnos entregaron el informe a término (77 %, todos correctos) y 5 no lo hicieron. Con el segundo grupo, todos los alumnos entregaron el informe, obteniendo las siguientes calificaciones: 9 (2 alumnos), 8 y 7 (10 alumnos), 6 (8 alumnos), 1 desaprobadado.

Cuando se llevó a cabo el siguiente trabajo práctico de laboratorio (sustancias iónicas y covalentes) en el laboratorio de la escuela, todos pudieron diferenciar sistemas homogéneos y heterogéneos, realizando los esquemas correspondientes sin mayores dificultades. Del grupo 1 sólo 12 alumnos entregaron el informe (55 %, todos correctos) y el resto no lo hizo. Del grupo 2, ahora con calificación numérica para el informe, todos los alumnos lo entregaron en cuanto finalizó el laboratorio.

En ambos grupos se obtuvo una participación en clase sorprendente, no sólo en cantidad (100%) sino en calidad. La respuesta a las normas de seguridad simuladas se respetaron con total concienciación (no volaron “moléculas”, no se mezclaron ni derramaron “sustancias”, los frascos solo se utilizaron para llevar a cabo las consignas, nadie se puso “moléculas” en la

boca). Si bien la mayoría de los elementos empleados eran bolitas, para ellos durante la clase fueron “moléculas”. Surgió además el concepto de “sustancia pura” y “sustancia contaminada”. Finalizados los ejercicios 1 y 2, todos los equipos guardaron cuidadosamente los materiales sin usar junto con los frascos llenos tapados y los devolvieron al docente antes de concluir la clase.

Con respecto al trabajo que debían realizar en la casa, la participación fue del 80-85%. La mayoría de los alumnos dibujó los esquemas y algunos de ellos sacaron fotografías de las experiencias realizadas. Se presenta una a modo de ejemplo. (Figura 5).

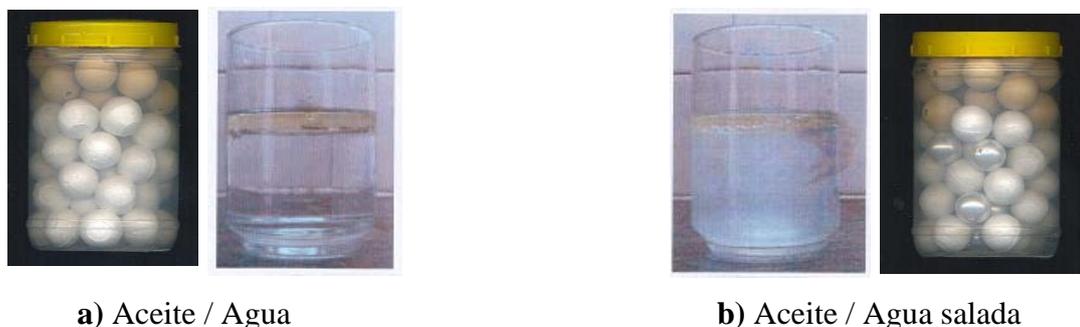


Figura 5. *Sistemas heterogéneos*

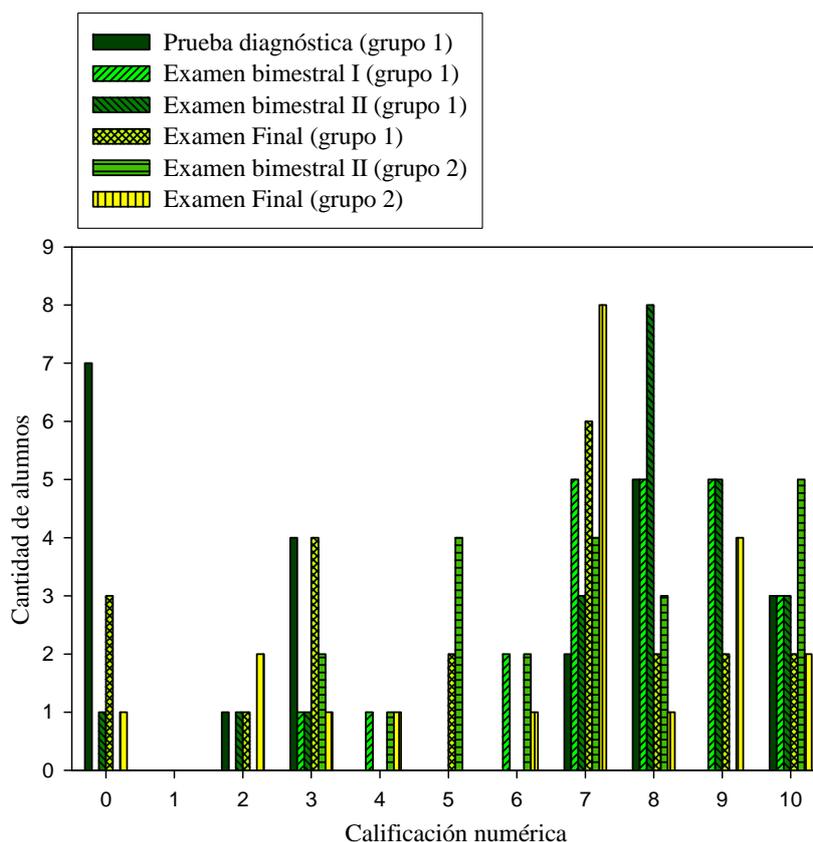


Figura 6.- Resultados obtenidos en el primer y segundo cuatrimestre de 2008, con los grupos 1 y 2, respectivamente, en las preguntas referidas a sistemas materiales.

La evaluación de los conocimientos adquiridos en el tema se puede resumir de la siguiente manera. En las pruebas de evaluación regulares: exámenes bimestrales y examen final, en ambos grupos, el 95% de los alumnos fueron capaces de proponer experiencias de laboratorio

que permitieran diferenciar sustancias iónicas y covalentes empleando sistemas materiales. En la figura 6 se esquematizan todos los resultados obtenidos en las evaluaciones. Con el grupo 1, se tomaron dos exámenes bimestrales. En el primero se evaluó lo realizado en este trabajo práctico y en el segundo, la aplicación de lo aprendido para diferenciar sustancias iónicas y covalentes. En el examen final se les pidió que propusieran experiencias de laboratorio que permitieran diferenciar el comportamiento de esos dos grupos de sustancias. Con el grupo 2 sólo se evaluó este tema en el segundo examen bimestral, y el final. Respecto al 59% de alumnos que inicialmente no diferenciaban sistemas homogéneos y heterogéneos, en las evaluaciones posteriores mostraron que más del 80 % había asimilado no sólo estos conceptos, sino los necesarios como base para los temas subsiguientes. Este valor es comparable con el 85% de alumnos aprobados al finalizar la materia.

CONCLUSIONES

Se diseñó una experiencia lúdica destinada a alumnos de ESB, para introducir y reafirmar conceptos de sistemas materiales.

Se trabajó con modelos moleculares en el aula y sistemas materiales reales en la casa.

Los resultados fueron:

- 100 % de participación en clase.
- 85% de participación en el hogar.
- 95% de asimilación de los conceptos, demostrado a través de aplicaciones en temas nuevos: estructuras de Lewis; sustancias iónicas y covalentes, polares y no-polares; puente de hidrógeno; surfactantes; óxidos; hidróxidos y oxácidos.
- 100 % de acatamiento de normas de seguridad en el laboratorio, incluso en prácticas posteriores.

Agradecimientos

Al Bachillerato de Bellas Artes y en particular a Elsa Canestro por todo su apoyo y sugerencias. A Romina Rivas por permitir la inclusión en el presente trabajo de fotografías presentadas en su informe. A la ANPCyT (PICT06 621) y el CONICET (PIP 6384).

ANEXO

Elementos utilizados por el docente:

Demostración 1: 3 o 4 bolsas con cuerpos geométricos de diferente forma y tamaño, todas de igual color (preferentemente de telgopor); 1 recipiente plástico traslúcido con tapa.

Demostración 2: 2 bolsas con elementos geométricos de distinta forma y tamaño e igual color. El contenido de cada bolsa consistía en elementos de la misma forma, color y tamaño; 1 recipiente plástico traslúcido con tapa.

Material entregado a cada equipo:

Una bolsa grande conteniendo 2 Frascos de plástico traslúcidos con tapa, 4 bolsas con elementos de igual forma, color y tamaño, diferenciadas entre si por tamaño y color (esferas de telgopor, madera, plástico y cuerpos geométricos de telgopor de formas variadas). A cada elemento distinto debían asignarle como nombre el de alguno de los miembros integrantes del grupo (ej. Ana, Pedro, etc.). Guías individuales de laboratorio.

Material requerido en la casa:

Agua fría y caliente (con supervisión de un adulto), sal (fina y/o gruesa), azúcar, 3 saquitos de té negro, 3 tazas de té, 5 vasos de vidrio traslúcidos, aceite, detergente, 1 cuchara sobera y cucharitas.

BIBLIOGRAFÍA

Vidarte, L. (1997). *Química para descubrir un mundo diferente, EGB 3^{er} ciclo*, Buenos Aires, Ed. Plus Ultra, 273 páginas.