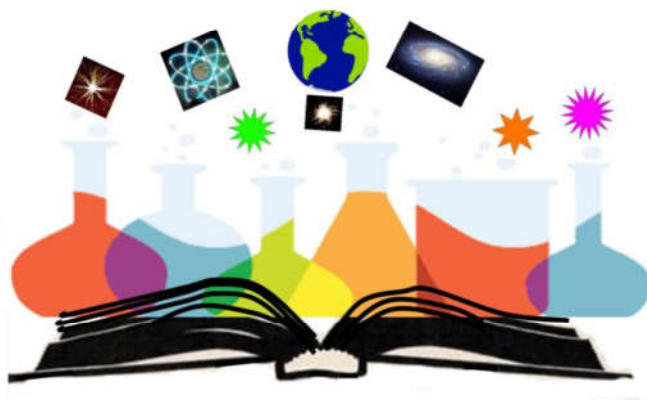




Asociación Química Argentina
Sánchez de Bustamante 1749.
CP1425 Ciudad de Buenos Aires,
Argentina. Tel-fax: (011)-4822-4886
www.aqa.org.ar



**Libro de Memorias de las
XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas
Internacionales de Enseñanza de la Química
Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica
(JEQUSST-2017)**

ISBN 978-987-46579-3-0

Dra. Galagovsky, Lydia
Presidente JEQUSST-2017
División Educación AQA- UBA FCEN Comisión de Carrera de los Profesorados

XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica / compilado por Lydia R. Galagovsky. - 1a ed. Buenos Aires : Asociación Química Argentina, 2017. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-46579-3-0

1. Química. 2. Enseñanza. 3. Actas de Congresos. I. Galagovsky, Lydia R., comp. CDD 540.7

ISBN 978-987-46579-3-0



EJE TEMÁTICO: 8-Investigaciones educativas sobre enseñanza y aprendizaje de la Química

¿CÓMO LOS ALUMNOS PROCESAN Y EMPLEAN IMÁGENES DESPUÉS DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA CON REPRESENTACIONES MÚLTIPLES?

HOW DO STUDENTS PROCESS AND USE IMAGES AFTER A MULTIPLE REPRESENTATION TEACHING SEQUENCE?

Andrea S. Farré¹, Patricia Carabelli² y Andrés Raviolo¹

- 1. Profesorado en Química. Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina. San Carlos de Bariloche. Río Negro. Argentina.*
- 2. Escuela Secundaria de Río Negro N° 2, San Carlos de Bariloche. Río Negro. Argentina.*

Email: asfarré@unrn.edu.ar; patriciacarabelli@outlook.com.ar; araviolo@unrn.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo indaga sobre la forma en que alumnos de segundo año de escuela secundaria procesan y se apropian de diferentes representaciones y niveles de representación sobre los estados y cambios de estado, utilizando el modelo cinético molecular luego de una secuencia de enseñanza con múltiples representaciones. En general, los alumnos lograron procesar las imágenes, pero en menor medida pudieron producirlas y utilizarlas para responder las consignas formuladas, es decir, para pensar con ellas.

PALABRAS CLAVE: Imágenes, Múltiples representaciones, Estados y cambios de estado, Modelo cinético molecular.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La enseñanza de la ciencia se realiza generalmente a través de múltiples medios, lenguajes y representaciones [1]. Se combinan palabras, diagramas, imágenes, gráficas, ecuaciones, tablas y otras formas de representación visual y matemática. En el caso de la Química, además se presentan diferentes niveles de representación de la materia: macroscópico o fenomenológico, microscópico o modélico y simbólico [2]. Además, la profusión de representaciones externas se ve complejizada en su uso en el aula con el advenimiento de las TIC, debido a su mayor accesibilidad. Además, porque generalmente el uso de las TIC y también de las imágenes es considerado como motivador del aprendizaje, ya que puede promover interés y curiosidad [3]. Consecuentemente, el alumno debe aprender no sólo los contenidos conceptuales de la Química, sino también las formas en que estos son representados y los niveles de representación empleados. Es decir, debe poder integrar lenguajes, representaciones y niveles de representación, algo que no es automático ni natural.

En general, desde la Didáctica de la Química, lo que se ha indagado es la forma en que los alumnos construyen los contenidos específicos, dejando en un segundo lugar la forma en que los alumnos procesan y se apropian de las representaciones pictóricas. Teniendo en cuenta que la construcción de los modelos mentales va a estar en cierto modo determinada por las representaciones externas, por su lectura, uso y apropiación, es importante conocer de qué manera los alumnos procesan y emplean este tipo de representaciones luego de la enseñanza. En síntesis, en este caso, el trabajo tiene como objetivo comenzar a indagar sobre la forma en

que alumnos de segundo año de escuela secundaria procesan y se apropian de diferentes representaciones y niveles de representaciones, específicamente sobre el modelo cinético molecular luego de una secuencia de enseñanza con múltiples representaciones.

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

Dentro de los contenidos de Química del nivel medio, uno de los más explorados desde la investigación en Didáctica de la Química, es el de la naturaleza particulada de la materia. Esto es así, principalmente debido a las investigaciones concernientes a las ideas alternativas y también por lo que posibilita entender a la materia como particulada, siendo un contenido central de los currículos de ciencia mundiales [4].

Entre dichas investigaciones se ha encontrado [5] que la enseñanza con múltiples representaciones externas promueve mayor aprendizaje que cuando solamente se enseña de manera verbal. Además, se recomienda introducir el concepto lo más temprano posible en la enseñanza, emplear animaciones y alentar a los estudiantes a representar el movimiento y también, promover la metacognición. Es así que en esta investigación para evaluar la implementación de las unidades didácticas que usaban representaciones múltiples y verbales se emplearon test (pre y post) en los que se daba cuenta del conocimiento construido a partir preguntas y dibujos realizados por los alumnos y por las entradas a un diario de clase. Este no es el único estudio que apela al uso y a la producción de representaciones visuales para evaluar el aprendizaje del tema. Ejemplos similares podemos encontrar en trabajos realizados para establecer las progresiones en el aprendizaje sobre el modelo cinético molecular o para evaluar los modelos mentales de los alumnos luego de la implementación de una secuencia didáctica [4].

En general, estos trabajos no se enfocan en la dificultad inherente del procesamiento de las imágenes. Si bien, tal como señalan Pérez-Echeverría, Martí y Pozo [6], no es posible el conocimiento de los sistemas externos de representación sin conocimiento conceptual y viceversa, pueden existir diferentes niveles. Así se puede realizar un procesamiento de la información:

- explícita, en el que se identifican los elementos del sistema de representación,
- implícita, o sea, conociendo los componentes sintácticos, estructurales, integrando por ejemplo elementos aislados, o
- conceptual, en donde el lector de la representación recurre a los conocimientos previos para ir más allá de la información explícita e implícita proporcionada por el sistema de representación, por ejemplo reconociendo tendencias en los gráficos.

El procesamiento no se da en forma totalmente lineal, pero para lograr una comprensión conceptual debe existir conocimiento del código y la sintaxis del sistema representacional. Así las representaciones externas pueden emplearse en diferentes modos, por ejemplo empleándola para liberar recursos cognitivos, es decir de forma pragmática, o para pensar con las representaciones, yendo más allá de las mismas creando conocimiento, de forma epistémica y esto requerirá lógicamente procesamientos de la información diferentes también.

En todos los casos, la interacción de las representaciones externas con las internas permite que puedan explicitarse y exteriorizarse las representaciones internas. Sin embargo, se ha encontrado [7] que en la enseñanza de la matemática, dibujar o construir representaciones externas, debido a la mayor demanda cognitiva, no son actividades que los estudiantes realicen espontáneamente, incluso aunque se pida explícitamente o que se les provea representaciones incompletas. Más aún, se ha visto que para que las representaciones no sean meramente decorativas, se debe enseñar el proceso de construcción.

DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

La investigación se llevó a cabo en la Escuela Secundaria de Río Negro N° 2, una escuela de gestión estatal de la ciudad de San Carlos de Bariloche, en dos segundos años, participando del estudio un total 46 estudiantes. Ambos cursos siguieron la misma secuencia de enseñanza sobre estados de la materia y cambio de estados, en la que se trabajó con múltiples


representaciones, propiciando la metacognición y la construcción de representaciones (Tabla 1) y en ambos casos la docente fue la segunda autora de este trabajo. La secuencia didáctica fue diseñada por los tres investigadores.

Orden	Objetivos	Descripción de las actividades
1	Indagar saberes e ideas previos Promover la explicitación de modelos mentales a través de dibujos.	Presentación de imágenes del agua en sus tres estados y cuestionario sobre el reconocimiento de los estados que representan, listado de las propiedades que conocen y modelización submicroscópica (Trabajo en parejas)
2	Comprender lo que representa la animación Relacionar el nivel macroscópico con el nivel submicroscópico Reflexionar metacognitivamente sobre las representaciones realizadas en la actividad anterior Relacionar el aumento de temperatura con la velocidad de las partículas Relacionar el aumento de temperatura con los cambios de estado Construir gráfico de temperatura en función del tiempo de calentamiento	Cuestionario utilizando la animación de la representación submicroscópica de los distintos estados y cambios de estado (http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/9_3_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/estados1.htm) proyectando a todo el grupo (Trabajo en parejas)
3	Relacionar los niveles macroscópico con el submicroscópico Explicar las propiedades macroscópicas a partir de los modelos submicroscópicos	Trabajo grupal de laboratorio adaptación de: H. M. Ceretti y A. Zalts, <i>Dilema: ¿Gases, Líquidos o Sólidos?</i> En, <i>Experimentos en Contexto. Química. Manual de laboratorio</i> , Pearson Educación, Buenos Aires, 2000 .
4	Relacionar los niveles macroscópico con el submicroscópico Explicar las propiedades macroscópicas a partir de los modelos submicroscópicos	Puesta en común de los resultados del laboratorio y predicción de otros resultados a la luz de lo experimentado y los modelos submicroscópicos
5	Comprender lo que representa la animación y las capturas de pantalla Relacionar fuerzas intermoleculares y estado de agregación Relacionar fuerzas intermoleculares y cambios de estado	Proyección y respuesta a un cuestionario con capturas de pantalla de una animación (http://workbench.concord.org/database/activities/305.html), en la que se representan las fuerzas intermoleculares en gases líquidos y sólidos y puede variarse la intensidad de la fuerza intermolecular. (Trabajo individual)
6	Escribir y hablar argumentando desde los conocimientos científicos Integrar los contenidos trabajados en clases anteriores Promover diferentes formas de representación del contenido: texto y dibujos	Argumentación sobre la necesidad del modelo cinético molecular para explicar las propiedades de los estados. Escritura de un texto y presentación a través de afiches (Trabajo grupal).

Tabla 1. Secuencia didáctica

Luego de desarrollada la secuencia didáctica se diseñó por parte de los tres investigadores un instrumento (Tabla 2) que se aplicó a modo de prueba escrita individual a carpeta abierta. En

dicho instrumento se incluían imágenes, algunas de ellas capturas de pantalla de las animaciones empleadas en la secuencia didáctica.

Ítem	Consigna	Aspecto representacional evaluado												
1	<p>a. En las siguientes columnas encontrarás imágenes sobre los cambios de estado del agua a medida que se la calienta. En la columna 1 podrás ver los gráficos (temperatura en función del tiempo) y en la columna 2 las imágenes de los termómetros. Une con flechas la imagen del termómetro que corresponde a cada gráfico.</p> <table border="1" data-bbox="418 554 997 1325"> <thead> <tr> <th data-bbox="418 554 708 575">Columna 1</th> <th data-bbox="711 554 997 575">Columna 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="418 579 708 726"></td> <td data-bbox="711 579 997 726"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 730 708 877"></td> <td data-bbox="711 730 997 877"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 882 708 1029"></td> <td data-bbox="711 882 997 1029"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 1033 708 1180"></td> <td data-bbox="711 1033 997 1180"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 1184 708 1331"></td> <td data-bbox="711 1184 997 1331"></td> </tr> </tbody> </table> <p>b. Enumera los gráficos del 1 al 5 de acuerdo a la secuencia temporal</p>	Columna 1	Columna 2											<p>a. Procesamiento de la información implícita de los gráficos de temperatura en función del tiempo de calentamiento</p> <p>b. Procesamiento de la información conceptual los gráficos de temperatura en función del tiempo de calentamiento</p>
Columna 1	Columna 2													
2	<p>A continuación se muestran imágenes macroscópicas de cada uno de los 5 momentos de la secuencia anterior. Dibuja lo que se vería en los vasos de precipitados 2 y 4.</p> 	<p>Producción de imágenes que representen macroscópicament e los cambios de estado</p>												
3	<p>A continuación se muestran 5 imágenes microscópicas, donde cada esfera representa una molécula de agua. Indica, con un número del 1 al 5, cuál de cada una de estas 5 imágenes representa mejor a cada uno de los 5 momentos de la secuencia anterior.</p>	<p>Procesamiento de la información conceptual de la imagen</p>												

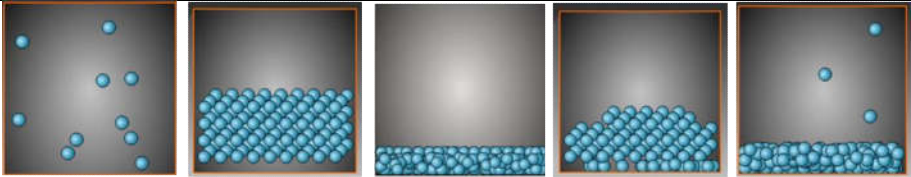
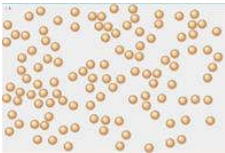
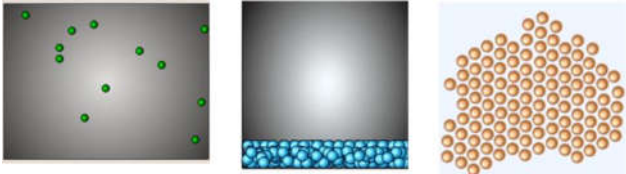
		
4	<p>Responde en las siguientes preguntas ayudándote con representaciones de los niveles macro y microscópicos de las pregunta 2 y 3.</p> <p>c. ¿De qué son las burbujas que se forman cuando el agua hierve?</p> <p>d. ¿Por qué cuando empieza a nevar y cae al asfalto no se ve el sólido?</p>	Emplear las imágenes de forma epistémica
5	<p>Marca la respuesta correcta y explica: El siguiente esquema representa con esferas (“bolitas”) las partículas del aire que respiramos. ¿Qué hay entre dichas partículas?</p> <p>a. Polvo</p> <p>b. Nada</p> <p>c. Otras partículas más ligeras</p> 	<p>Procesamiento implícita de la información de la imagen</p> <p>Emplear las imágenes en forma pragmática</p>
7	<p>Explica por qué los gases se pueden comprimir. Relaciónalo con tu respuesta a la pregunta anterior.</p>	Emplear las imágenes de forma epistémica
8	<p>Analiza cada uno de los tres estados representados de acuerdo a:</p> <p>a. movimiento de traslación de las partículas y</p> <p>b. fuerzas de atracción.</p> 	Emplear imágenes de forma pragmática y/o epistémica

Tabla 2. Descripción del instrumento empleado

Para salvar problemas de expresión escrita, en la clase siguiente la docente entrevistó a los estudiantes que no hubieran respondido alguno de los ítems.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información que conllevan los gráficos cartesianos fue mayormente comprendida por los estudiantes. El 91,3% pudo procesar la información implícita y en menor medida (89,1%) la información conceptual del gráfico. En el caso del nivel submicroscópico, los resultados obtenidos siguieron la misma línea, el 93,5% de los estudiantes pudieron leer e la imagen la existencia de vacío mientras que solamente el 67,4% pudo procesar la información conceptual al preguntárseles por la secuencia de los cambios de estado. Parecería a simple vista, entonces que el nivel gráfico puede procesarse en forma conceptual más fácilmente que el nivel submicroscópico. Sin embargo, la dificultad de la pregunta en la que se evalúa el procesamiento conceptual de este último es mayor, porque no solo implica establecer una secuencia temporal sino relacionar con el nivel gráfico.

En el caso de la producción de imágenes (ítem 4), tal como señalan los antecedentes, el rendimiento fue menor. El 41,3% de los alumnos representaron ambos cambios de estado, y solamente el 2,2% no respondió la pregunta. Estos resultados son alentadores, si se tiene en **Asociación Química Argentina**.

cuenta los antecedentes [7], ya que una gran mayoría de los alumnos al menos intentó representar el nivel macroscópico, quizás debido a que su mayor iconicidad lo hace más fácil de procesar [6].

En cuanto al empleo de las imágenes, los estudiantes no las utilizaron ni para liberar recursos cognitivos (pragmáticamente) ni para pensar con ellas (epistémicamente), a pesar de que explícitamente en las consignas se sugirió su uso. En ninguna de las respuestas escritas u orales al repreguntarles sobre las tareas, los estudiantes hicieron mención o se ayudaron mediante las imágenes presentes en las consignas.

CONCLUSIONES

Una vez más la creencia ingenua de que el trabajo con imágenes es más sencillo que el trabajo con palabras porque se recuerdan y comprenden más fácilmente [3] quedó refutada. La apropiación de las imágenes es algo que debe ser enseñado e implica un proceso que lleva tiempo. Incluso luego de una enseñanza que implique el uso de múltiples representaciones en cuanto a niveles y a tipos, en la que se promueve la metacognición y la producción, el uso pragmático y epistémico de las imágenes no se consigue evidenciar.

A partir de este tipo de enseñanza, podemos señalar que sí pueden lograrse procesamientos de la información conceptual tanto para el caso de los gráficos como de las imágenes que representan modelos submicroscópicos por parte de la mayoría de los estudiantes. También ayuda a que ellos comiencen a encarar tareas que implican la producción de imágenes, pero se hace mucho más difícil que las empleen para comunicar lo que saben. Con lo cual queda para el futuro seguir profundizando en cuáles serían las tareas que mejor propicien la apropiación de este tipo de representaciones.

REFERENCIAS

- [1] J. Lemke, *Enseñar todos los lenguajes de la ciencia*. En: M. Benlloch (Coord.), *La Educación en Ciencias: ideas para mejorar su práctica*, Ed. Paidós, Barcelona, **2002**.
- [2] J.K. Gilbert y D. F. Treagust, *Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education*. En: J.K. Gilbert, D. Treagust (eds.), *Multiple Representations in Chemical Education*, Springer Science+Business Media, Dordrecht, **2009**.
- [3] A. Raviolo, La imagen en la enseñanza de la química. *XVI Reunión de Educadores en la Química. Bahía Blanca*, **2013**. Disponible en: <http://www.adeqra.com.ar/index.php/req/req-xvi/532-la-imagen-en-la-ensenanza-de-la-quimica>
- [4] G. Tsaparlis y H. Sevan (eds.). *Concepts of Matter in Science Education*, Springer Science+Business Media, Dordrecht, **2013**.
- [5] Adadan, E. *Research in Science Education*. **2013**, 43, 10791105.
- [6] M. P. Pérez-Echeverría, E. Martí, y J. I. Pozo. *Cultura y Educación*, **2010**, 22 (2), 133-147.
- [7] T. Reuter, W. Schnotz, R. Rasch. *American Journal of Educational Research*, **2015**, 3(11), 1387-1397.