

REPRESENTACIONES MENTALES DE LOS CONCEPTOS DE CONCENTRACIÓN Y DILUCIÓN. SU CONSTRUCCIÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN EVEA

Liliana P. de Borbón^{1*}, Marcela M. López¹, Silvia Poetta¹, Andrea Hidalgo¹ y Laura Cánovas¹

1- *Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo- Alte. Brown 500. Chacras de Coria. Luján de Cuyo. Mendoza. Argentina*

E-mail: lborbon@fca.uncu.edu.ar

Resumen

El objetivo general de este trabajo es analizar el proceso de construcción y utilización de modelos mentales de los conceptos de concentración y dilución de disoluciones construidos por estudiantes de un curso universitario en el que se utiliza un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje (EVEA).

Palabras clave

Modelos mentales – Concentración – Dilución – Disolución – EVEA

Introducción

El estudio de las disoluciones es un tema central en los cursos de Química de nivel universitario. El bajo rendimiento obtenido en las evaluaciones en el curso de Química General, correspondiente a las carreras que se dictan en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo demuestra la dificultad que presentan los alumnos en comprender los conceptos involucrados en el desarrollo de este tema. Los términos dilución y disolución suelen utilizarse en forma indistinta por los estudiantes, evidenciando la confusión conceptual. Por otra parte, se observa la dificultad de los alumnos en establecer las conexiones adecuadas entre las experiencias realizadas en el laboratorio, y su justificación en el marco de la disciplina. El manejo de una simbología particular acrecienta aún más este problema.

Un aprendizaje significativo implica la construcción de modelos mentales consistentes con los modelos conceptuales y la utilización de los mismos para explicar y predecir fenómenos macroscópicos. Johnson-Laird [1] plantea que es posible explicar los errores cometidos por las personas al razonar en términos de una búsqueda insuficiente de contraejemplos que permitan refutar inferencias inválidas. La habilidad de buscar contraejemplos, para este autor, no es tan sencilla de conseguir dado que requiere una gran cantidad de memoria en funcionamiento. Se han consultado investigaciones con el objetivo de identificar la función de las representaciones mentales en el aprendizaje de la Química (Johnstone 1991, Bodner y Domin 2000, Galagovsky et al 2003, Coll, 2006). Nappa [2] presenta las características de los modelos mentales generados sobre el concepto de disolución, en estudiantes de nivel secundario de la provincia de San Juan, Argentina, determinando las siguientes: economía en el número de elementos del modelo, distintos grados de abstracción, construcción a partir de ideas previas. La caracterización de los modelos realizada por Nappa se realizó teniendo en cuenta el grado de visualización (macroscópico, particular y molecular).

Como plantea Litwin [3], si bien las tecnologías ofrecen múltiples funciones entre las que podemos citar el tendido de puentes para favorecer comprensiones, no son neutras, ya que de su uso adecuado dependerá que actúen como potenciadoras de la capacidad de pensar de quien las use.

Por lo expuesto, el conocimiento de los modelos mentales construidos por los estudiantes al utilizar un entorno virtual resulta de interés para orientar el diseño de estrategias que permitan

minimizar los errores en el razonamiento. El objetivo general de este trabajo es analizar el proceso de construcción y utilización de modelos mentales de los conceptos de concentración y dilución de disoluciones construidos por estudiantes de un curso universitario en el que se utiliza un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje (EVEA).

Según Moreira [4] una metodología para investigar modelos mentales está basada en la premisa de que las representaciones mentales de las personas pueden ser inferidas a partir de lo que externalizan verbal, simbólica o pictóricamente. La comprensión del fenómeno requiere ser realizada en el contexto de referencia, tal como plantean Taylor y Bogdan (1984). Por ello se efectuó el estudio en el contexto natural en el que se desarrolla el curso. Como describe Tójar-Hurtado [5] se optó por un estudio de casos múltiples, el cual permite estudiar las convergencias y divergencias entre los casos.

Resultados obtenidos

Concepto de concentración

Se realizó un análisis comparativo de la tarea entregada a través del campus por 172 alumnos que cursan la asignatura Química General. Entre las actividades propuestas se solicita el cálculo de la cantidad de soluto que contiene una solución preparada mediante el uso de la animación interactiva disponible en el enlace:

http://www.rsc.org/learn-chemistry/resources/phet/concentration_en.html.

Por otra parte se solicita a los alumnos propuestas de cambio de las variables cantidad de soluto, cantidad de disolvente y cantidad de solución para modificar la concentración de una solución. Un 69,8 % de los alumnos que realizan la tarea proponen dos alternativas de aumento de concentración (aumento de la cantidad de soluto y disminución de la cantidad de disolvente) (Gráfico 1). Ningún alumno propone sólo la disminución de volumen como procedimiento que permite el aumento de concentración.

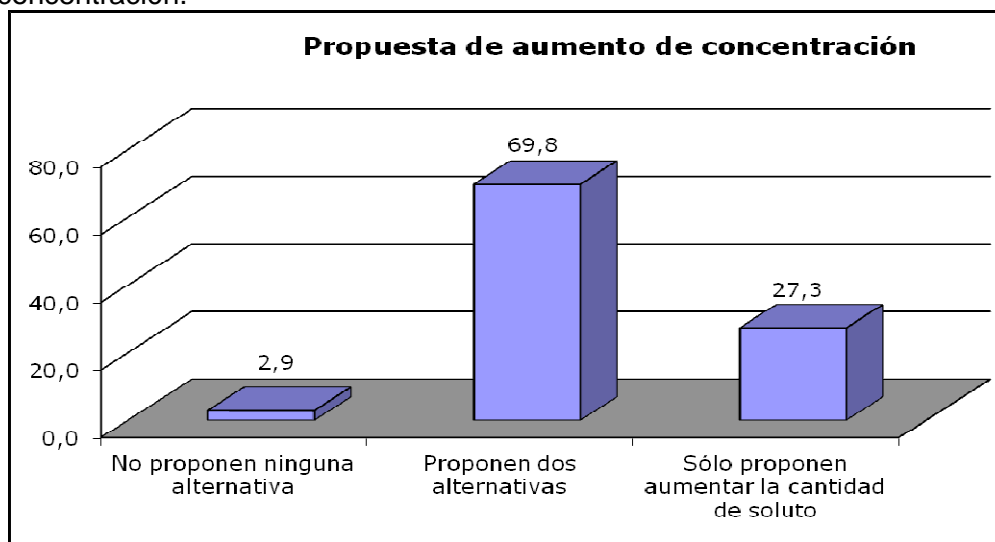


Gráfico 1: Distribución de alumnos de acuerdo a las propuestas de aumento de concentración presentadas en la tarea entregada.

El 27,3 % no contempla la posibilidad de aumento de concentración disminuyendo el volumen de solución. Esta alternativa podría considerarse a partir del análisis de la expresión matemática de concentración, como una relación de cantidades. Tal hipótesis puede confirmarse utilizando el recurso de la animación disponible en el campus. Para ello se debe considerar que el disolvente que forma parte de la disolución es volátil, por lo cual su evaporación permite que disminuya la cantidad del mismo en la solución, y por lo tanto la concentración de la solución aumente. El elevado porcentaje de alumnos que no considera esta opción da la pauta de que previamente debe instarse a los alumnos a analizar las características de los componentes de la solución, revisando el concepto de volatilidad, a través de alguna actividad previa.

La cantidad de solución puede expresarse en términos de volumen o de masas. Se observan inconsistencias en los estudiantes al analizar los cambios en las cantidades de soluto, disolvente y disolución (Gráficos 2 y 4). El Gráfico 2 muestra que un 19,2 % de los estudiantes que realizan alguna propuesta de aumento de concentración comete errores de este tipo.

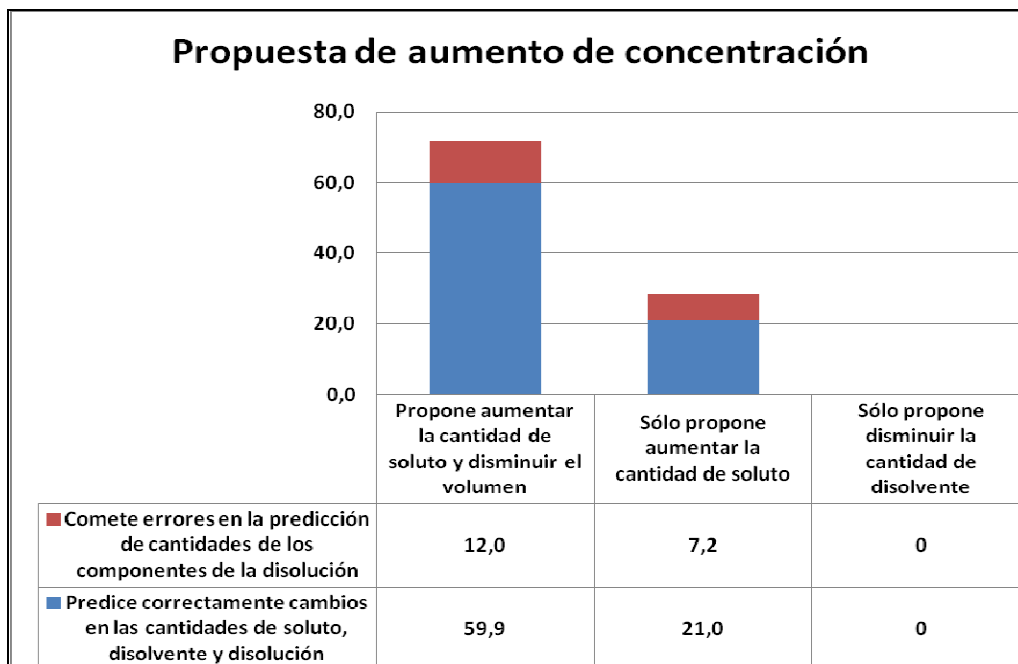


Gráfico 2: Distribución de los estudiantes que realizan propuestas de aumento de concentración según cometan errores o no en la predicción de cambios de los componentes de la solución.

Un 66,3 % de los estudiantes que realizan la tarea propone dos alternativas de disminución de la concentración (Gráfico 3). El 21,5 % de los estudiantes sólo propone un aumento de volumen de la solución por agregado de disolvente. El 5,2 % de los estudiantes que realiza propuestas sólo considera la disminución de la cantidad de soluto. Evidentemente, estos últimos están analizando la alternativa sólo a partir de la expresión matemática de concentración como una relación de cantidades, ya que a través de la animación no puede corroborarse una posible disminución de concentración por disminución de la cantidad de soluto.

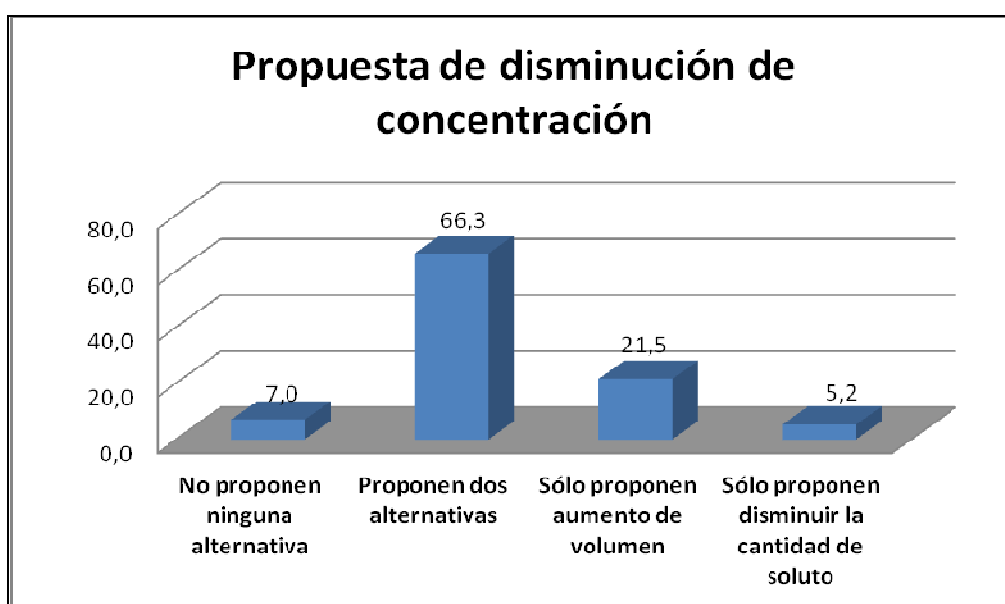


Gráfico 3: Distribución de alumnos de acuerdo a las propuestas de disminución de concentración presentadas en la tarea entregada

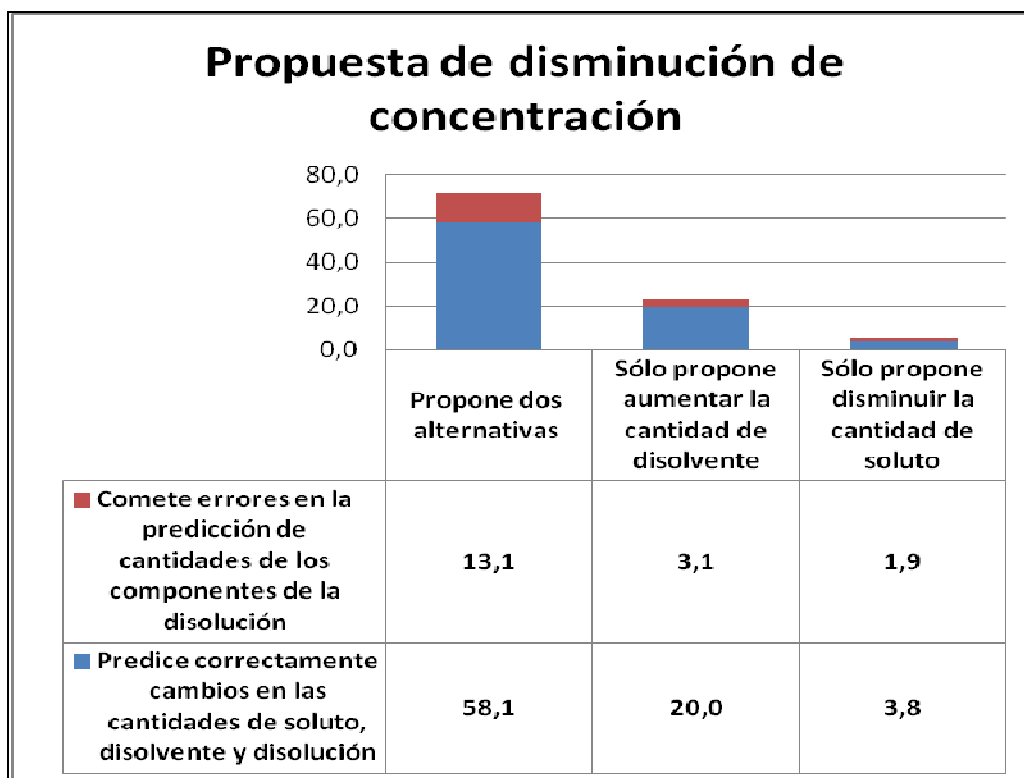


Gráfico 4: Distribución de los estudiantes que realizan propuestas de disminución de concentración según cometan errores o no en la predicción de cambios de los componentes de la solución.

La solicitud de una propuesta de cambio de variables para mantener constante la concentración dio lugar a considerar que un elevado porcentaje de alumnos no presta debida atención a la consigna, ya que 43,9 % de los mismos no propone ningún cambio de variables. Sólo un 21 % de los estudiantes considera cambios de las variables cantidad de soluto, disolvente y disolución que conducen a mantener la concentración constante.

A partir del análisis de las respuestas de los estudiantes se clasificó a los mismos en tres categorías. Un 39,2 % presenta un modelo mental de concentración, ya que interpreta correctamente todos los posibles cambios de variables para aumentar o disminuir la concentración de una solución. Un 36,8 % de los mismos puede predecir cambios en la concentración de una solución, aunque considerando sólo el cambio de cantidad de alguno de los componentes de la misma.

Conceptos de dilución y disolución

El trabajo práctico de dilución fue entregado por 163 alumnos. El análisis de las tareas de los alumnos se realizó considerando los siguientes niveles:

- La selección de conceptos realizada, lo que proporciona información de la relevancia otorgada a los mismos, ya que según afirma Johnson-Laird [6] lo que se conoce del mundo depende de nuestro aparato conceptual, lo que justifica el papel del contenido en la construcción y manejo de los modelos mentales.
- El uso de los conceptos, de lo que deriva la capacidad explicativa y predictiva que se ha generado.
- La calidad del discurso y el establecimiento de deducciones e inferencias, y
- La interpretación de imágenes y dibujos, lo que permite establecer si el alumno logra o no vincular diferentes formas de representación del concepto estudiado,

El análisis de dichas tareas permitió determinar que sólo un 16,6 % de los estudiantes posee un modelo mental de dilución consistente con el modelo conceptual trabajado en el curso (Gráfico 5). Un elevado porcentaje de alumnos no posee un modelo mental del concepto de dilución. Entre este grupo de estudiantes se encuentran quienes confunden dilución con disolución, no logran explicar por qué se produce la disminución de concentración de la disolución al producirse una dilución, o no pueden expresar mediante el vocabulario adecuado su interpretación de una representación gráfica de una dilución. Cabe destacar que se observó la necesidad de especificar cuando se menciona el término disolución si se hace referencia al proceso o al producto obtenido.

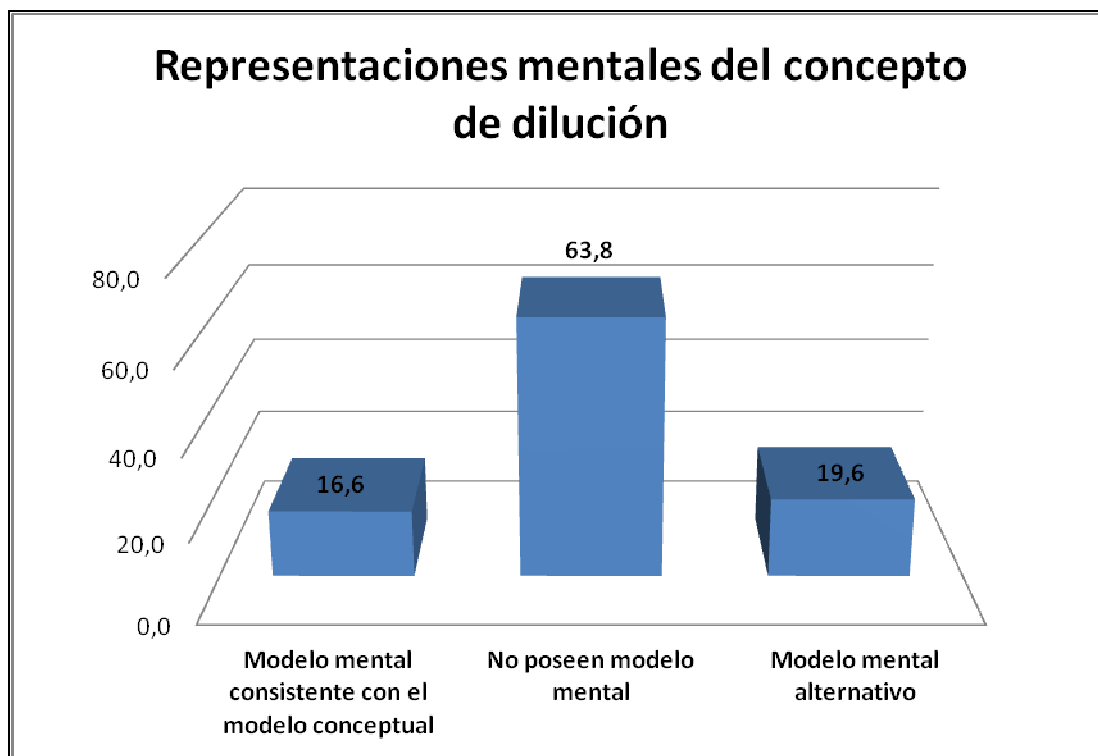


Gráfico 5: Distribución de alumnos según posean o no un modelo mental de dilución consistente con el modelo conceptual trabajado en el curso.

Un tercer grupo de alumnos tiene un modelo mental de dilución alternativo interpretándolo simplemente como la disminución de concentración de soluto o bien como el proceso mediante el cual disminuye la concentración de la solución por un agente externo. A partir de esta observación se hace necesario poner énfasis en las condiciones en las que se produce una dilución.

En cuanto al concepto de disolución se observan respuestas muy particulares, considerando la disolución como: una dispersión de partículas, una mezcla que permite que los cristales de soluto “puedan deshacerse”, el proceso mediante el cual las moléculas del disolvente “deben formar enlaces con las moléculas de la sustancia a disolver”, o bien como “el equilibrio entre el soluto disuelto y el no disuelto”.

Entre las explicaciones realizadas por este tercer grupo de por qué disminuye la concentración de la disolución al producirse la dilución podemos mencionar: “porque al aumentar la cantidad de disolvente aumenta la dispersión del soluto, por lo tanto va a estar más disuelto y la concentración va a disminuir”, “disminuye porque el agregado del solvente hace que el soluto se disperse o distribuya por todo el volumen del líquido”, “disminuye porque habrá menos partículas de soluto que de disolvente por unidad de volumen”, “porque la masa de soluto tendrá más espacio”, “porque cuando se agrega solvente se disuelve más el soluto”.

Llama la atención que pese a la dificultad de expresión que se evidenció, un elevado número de alumnos (93,87 %) no tiene dificultad en interpretar la representación gráfica de una dilución y realizar el cálculo numérico en forma correcta (Gráfico 6).

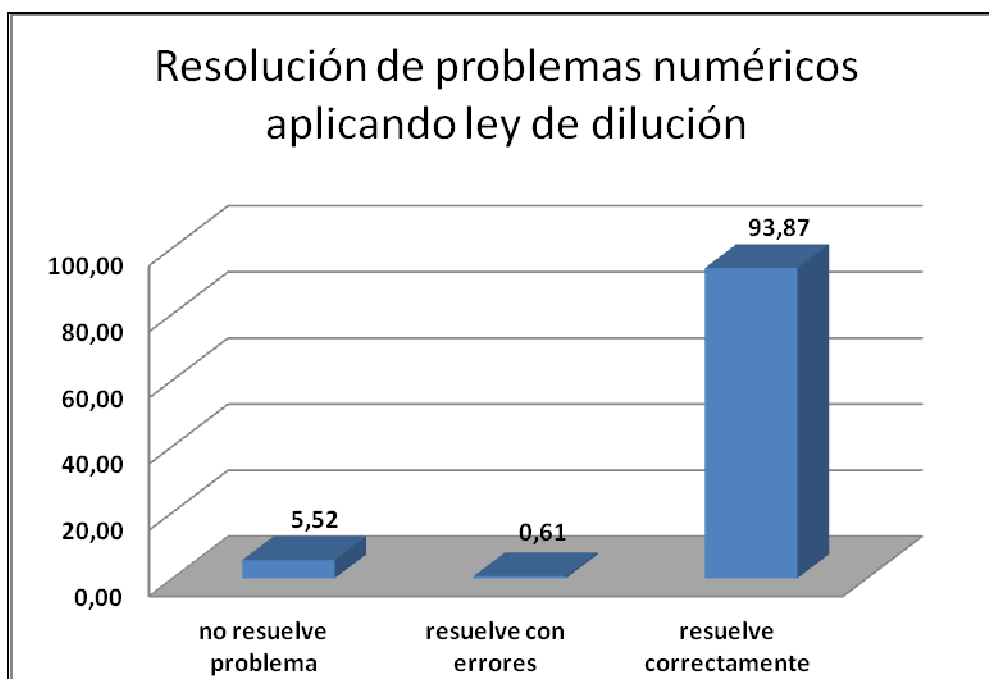


Gráfico 6: Distribución de alumnos según resuelvan correctamente o no el problema gráfico de dilución propuesto en la tarea del campus

Conclusiones

La utilización de animaciones interactivas puede ser de gran utilidad para la comprensión de conceptos como el de concentración. Sin embargo, su interpretación no es intuitiva para un importante grupo de alumnos, por lo que sería conveniente la discusión previa de algunos conceptos para asegurar su empleo correcto.

Los resultados corroboran que para resolver problemas que involucran varios modelos los diagramas pueden mejorar el razonamiento siempre que sean icónicos tal como afirma Johnson-Laird. La mayor dificultad observada es el uso del vocabulario adecuado, ya que muchos de los términos son utilizados en el lenguaje cotidiano en forma incorrecta.

Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Cuyo por el financiamiento del proyecto en el que se enmarca esta investigación y a la pasante Julieta Artac por la recolección de datos.

Bibliografía

- [1] García Madruga, Juan A. (1988) *Entrevista a Philip N. Johnson Laird*. Cognitiva Vol. 1(3), 311-333
- [2] Nappa, Nora; Insausti, María José y Singüenza, Agustín (2006): *Características en la construcción y rodaje de los modelos mentales generados sobre las disoluciones*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 3, Nº 001, pp. 2-22.
- [3] Litwin, Edith (2005) *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*. Ed. Amorrortu. Madrid
- [4] Moreira, Marco Antonio (1996) *Modelos mentais*. Investigações em ensino de Ciências. Vol. 1. (3), pp. 193-232. En <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>, 1997.
- [5] Tójar Hurtado, Juan Carlos (2006). *Investigación cualitativa. Comprender y actuar*. Editorial La Muralla. Madrid
- [6] Johnson-Laird, Philip N. (1983). *Mental models*. Cambridge, M.A. : Harvard University Press.

