

EL MAPA CONCEPTUAL COMO HERRAMIENTA EN LA PROMOCIÓN DE LA MOTIVACIÓN DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA MEDIA EN EL ESTUDIO DEL TEMA PROPIEDADES COLIGATIVAS

Regina Raquel Gonçalves Cavalcanti, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, Brasil
Ariane Baffa Lourenço, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, Brasil
Email: regraquel@terra.com.br

Abstract. El presente trabajo fue realizado con el objetivo de crear un ambiente propicio a promover el aprendizaje significativo a través del uso de mapas conceptuales sobre el tema Propiedades Coligativas, elaborado por un grupo de estudiantes del 3° año del nivel medio. Los mapas fueron utilizados como una “pregunta motivadora” y como herramienta para evaluación y también como instrumento para introducir nuevos conceptos, además de aproximar la vivencia de los alumnos a los conceptos relacionados al contenido de las Propiedades Coligativas. Se observó durante la clase expositiva un gran interés por parte los alumnos en el conocimiento de estos conceptos, motivados por la construcción de los referidos mapas. A través del análisis de los mapas conceptuales, y usando una metodología de análisis estructural de los mismos, se pudo comprobar que los conceptos dominantes se relacionan con las condiciones y la definición de soluciones, entre los conceptos raros son ejemplos los relacionados a la presión de vapor y fusión.

1 Introducción

El mapa conceptual es una herramienta que tiene como objetivo principal colaborar en la promoción del aprendizaje significativa de los estudiantes organizando y representado sus conocimientos. Ha sido usado en diferentes contextos como para el planeamiento del currículo, en la identificación de los conocimientos previos de los estudiantes, para representar el resumen del contenido enseñado y aprendido, como sistema de evaluación, para auxiliar los estudiantes a reflexionaren sobre la estructura y el proceso de producción del conocimiento entre otros (Leite y Lourenço, 2001; Costamagna, 2001; McClure, 1999; Derbentseva, 2007).

La utilización de mapas conceptuales para levantamiento de concepciones previas fue, por ejemplo, utilizada por Ross et al. (1991), en un proyecto de pesquisa con alumnos de la enseñanza superior sobre el tema ácidos y bases, donde la discusión de los mapas de conceptos apuntó con el éxito esta técnica en presentar claramente “vacíos” en la comprensión de conceptos que están interrelacionados. Con gran semejanza Kaya (2008) verificó que el uso del mapa de conceptos antes y después del laboratorio resultó en un cambio en la comprensión conceptual por parte de los profesores de Ciencias. Es en el contexto de identificar los conocimientos y evaluar la evolución de estudiantes de la enseñanza media sobre la temática Propiedades Coligativas que este trabajo fue desarrollado con estudiantes del último año del referido nivel de formación.

2 Metodología

2.1 Procedimiento

El grupo estudiado era compuesto por 29 estudiantes del 3° año de la enseñanza media de una institución particular del estado de São Paulo, Brasil, que elaboraron los mapas conceptuales sobre el tema Propiedades Coligativas. Para la elaboración de los mapas los estudiantes tuvieron una exposición de cerca de 30 minutos donde fue realizada la presentación de esta herramienta, basada en las sugerencias presentadas en el estudio de Ruiz-Primo (2001). Esta exposición constó de una explicación respecto a que son los mapas conceptuales, cual es su utilidad, como son sus formas, ejemplos de los diversos mapas conceptuales, diferencias entre los mapas conceptuales y otras representaciones gráficas como organigramas, cuales son las estructuras más comunes de estos mapas conceptuales, como ellos representan las jerarquías de los conceptos y cuales son los pasos necesarios para elaborar un mapa conceptual. Al final de la exposición, los estudiantes recibieron una lista de 16 conceptos relacionado con el tema (Tabla 1) y el libro-texto sobre el tema Propiedades Coligativas y construyeron un mapa conceptual, lo cual denominamos de MAPA 1. Un nuevo mapa MAPA 2 fue construido con base en la misma lista de conceptos del MAPA 1, después de un intervalo de una semana y de una clase expositiva sobre el tema que ha tenido 40 minutos. Los estudiantes tenían la orientación que deberían incluir todos los conceptos presentes en la lista, mas podrían incluir otros que fuesen pertinentes al tema y/o ejemplos.

2.2 Análisis de los mapas

Los mapas fueron analizados usándose la metodología del análisis estructural de Mapas Conceptuales (AEMC) (González-Yoval, 2004, 2006 y 2008) (Cavalcanti, 2011), donde:

1. Cada mapa conceptual se transforma en una matriz de la asociación en que cada par de conceptos con un valor existente de la relación se atribuye el valor 1. Por ejemplo, para la proposición *crioscopia* → *indica la* → *fusión*, marca la intersección de la línea correspondiente al concepto *crioscopia* con la columna correspondiente al concepto *fusión* y también la intersección de la línea correspondiente al concepto *fusión* con la columna correspondiente a *crioscopia*;
2. Las matrices se agregan dando por resultado una matriz final que indica el número total de las relaciones para cada par de conceptos;
3. La adición de las relaciones para cada concepto provee el número total de las relaciones (R);
4. La razón entre las diversas relaciones y el número de relaciones posibles indican la frecuencia de relaciones de un concepto con respecto al otro (F);
5. A través de la matriz final puede, por medio del uso de la prueba de Olmstead-Tukey (González-Yoval, 2004), determinarse cual de los conceptos son: dominante (alto R y alta F), constante (R bajo y alta F), ocasional (alto R y F baja) y raro (R bajo y F baja);

Según la metodología original de González-Yoval *et al.* (2006), para una determinada proposición existente en el mapa conceptual, se puede señalar la relación entre dos conceptos y también efectuar la suma de las relaciones, siguiendo las líneas o las columnas de la matriz. Sin embargo, nos damos cuenta de que el efecto de este procedimiento en los conceptos terminales de la declaración no estaría bien marcado. Por ejemplo, al señalar una relación expresada por una proposición terminal *crioscopia* → *indica la* → *fusión* (Figura 1), siguiendo la línea de la matriz, sólo el concepto *crioscopia* tendrá sus valores de R y F computados, puesto que el concepto reacción favorable es terminal y, por lo tanto, no está conectado a ningún otro concepto. En un estudio más reciente (González-Yoval *et al.*, 2008) los autores comprendieron este problema y propusieron la creación de una nueva categoría para estos conceptos (terminal) además de las otras cuatro mencionadas anteriormente.

Para evitarse este tipo de problema y no clasificar ciertos conceptos como terminales, un concepto terminal en el mapa de un estudiante no es necesariamente terminal en otro, elegimos a proponer un cambio en el método original. Así, las matrices fueron divididas por una diagonal con valores iguales a cero, y cada par de conceptos fue marcado en la región inferior y superior a la diagonal. Así, dada la relación entre dos conceptos cualquiera A y B, se marca en la matriz células correspondientes al cruce de estos conceptos, tanto en relación a las líneas así como a las columnas. Esto ha producido una matriz simétrica (Figura 1) (Cavalcanti y Maximiano 2011). Otro cambio propuesto aquí es normalizar el número total de relaciones (R) dividiendo su valor por el número total de mapas de cada grupo. Esto genera la razón relaciones/mapa (R/M) que representa el número promedio de las relaciones en cada muestra de alumnos y permite una mejor comparación entre ellos.

3 Resultados

Después de la construcción del MAPA 1, los cuales sirvieron para hacer la recogida de las ideas previas de los estudiantes, se observó que estos demostraron gran interés durante la clase expositiva sobre las Propiedades Coligativas, lo que nos parece haber sido instigado por la construcción de los mapas. Los estudiantes estaban muy entusiasmados en conocer el significado y los términos y sus implicaciones cotidianas. Los mapas iniciales presentaron los conceptos dominantes (*crioscopia*, *ebulioscopia*, *soluciones*, *tonoscopia*) lo que nos indica que los estudiantes relacionaron conceptos más comunes a su día a día, que el caso eran concepciones más simplistas.

Los MAPAS 2 obtenidos después de la clase expositiva (Figura 2) evidenciaron como los alumnos modificaron su estructura cognitiva presentando cambios en la clasificación en los conceptos (Tabla 1 y Figura 2). Los resultados apuntaron para un entendimiento de las Propiedades Coligativas relacionadas a los conceptos de soluciones y también apuntaron para la difícil comprensión del concepto *presión de vapor* (concepto raro). El uso de los mapas como “pregunta motivadora” promovió en los alumnos gran interés y aproximación de los conceptos referente al contenido de Propiedades Coligativas, pues los alumnos fueron provocados a participar en la clase expositiva de manera que el profesor pudo dar énfasis a la vivencia y conocimientos de los estudiantes.

| | | CRIOSCOPIA | EBULLICIÓN | EBULIOSCOPIA | EFECTOS COLIGATIVOS | FUERZA DE SOLVATACIÓN | FUSIÓN | LEY DE RAOULT | CAMBIO DE ESTADO FÍSICO | OSMOSIS | PARTÍCULAS DISPERSAS | PRESIÓN MÁXIMA DE VAPOR | PROPIEDADES COLIGATIVAS | SOLUCIONES | SOLUTO NO VOLÁTIL | SOLVENTE | TONOSCOPIA | TOTAL DE RELACIONES | RELACION/MAPA | FRECUENCIA DE RELACIONES | % FRECUENCIA DE RELACIONES |
|-------------------------|----|------------|------------|--------------|---------------------|-----------------------|--------|---------------|-------------------------|---------|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------|-------------------|----------|------------|---------------------|---------------|--------------------------|----------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | R | R/M | F | %F |
| CRIOSCOPIA | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 13 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 30 | 0.6 | 11 | 73.3 |
| EBULLICIÓN | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 29 | 0.5 | 15 | 100 |
| EBULIOSCOPIA | 3 | 0 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 32 | 0.7 | 14 | 93.3 |
| EFECTOS COLIGATIVOS | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 17 | 4 | 14 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 52 | 1.06 | 6 | 40 |
| FUERZA DE SOLVATACIÓN | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 2 | 4 | 0 | 15 | 0.4 | 14 | 93.3 |
| FUSIÓN | 6 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 21 | 0.4 | 7 | 46.7 |
| LEY DE RAOULT | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0.38 | 20 | 133 |
| CAMBIO DE ESTADO FÍSICO | 8 | 13 | 4 | 15 | 17 | 0 | 4 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 15 | 79 | 1.81 | 5 | 33.3 |
| OSMOSIS | 9 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0.36 | 4 | 26.7 |
| PARTÍCULAS DISPERSAS | 10 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0.55 | 1 | 6.67 |
| PRESIÓN MÁXIMA DE VAPOR | 11 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 15 | 0 | 19 | 0.34 | 10 | 66.7 |
| PROPIEDADES COLIGATIVAS | 12 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0.55 | 6 | 40 |
| SOLUCIONES | 13 | 2 | 0 | 2 | 7 | 9 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 15 | 0 | 9 | 13 | 2 | 0 | 68 | 1.14 | 11 | 73.3 |
| SOLUTO NO VOLÁTIL | 14 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 9 | 4 | 2 | 0 | 0 | 31 | 0.5 | 1 | 6.67 |
| SOLVENTE | 15 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 4 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0.5 | 12 | 80 |
| TONOSCOPIA | 16 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 36 | 0.7 | 12 | 80 |

Figura 1. Matriz Final obtenida a partir del agregado de las matrices individuales de los estudiantes del 3° nivel de Enseñanza Media-Mapa 2

| | Conceptos dominante | Conceptos Ocasional | Conceptos constantes | Conceptos raros |
|---|--|---|--|--|
| Resultado de los estudiantes antes de la clase expositiva | <p>Criscopía</p> <p>Ebulioscopia</p> <p>Soluciones</p> <p>Tonoscopia</p> | <p>Efectos coligativos</p> <p>Cambio de estado físico</p> | <p>Ebullición</p> <p>Ley de Raoult</p> <p>Fuerza de solvatación</p> <p>Solvente</p> | <p>Fusión</p> <p>Ósmosis</p> <p>Partículas dispersas</p> <p>Presión de vapor</p> <p>Propiedades coligativas</p> <p>Soluto no volátil</p> |
| Resultado de los estudiantes después de la clase expositiva | <p>Ebulioscopia</p> <p>Soluciones</p> <p>Tonoscopia</p> | <p>Efectos coligativos</p> <p>Cambio de estado físico</p> <p>Partículas dispersas</p> <p>Propiedades coligativas</p> <p>Soluto no volátil</p> | <p>Criscopía</p> <p>Ebullición</p> <p>Ley de Raoult</p> <p>Fuerza de solvatación</p> <p>Solvente</p> | <p>Fusión</p> <p>Ósmosis</p> <p>Presión de vapor</p> |
| Campo común a los dos mapas de estudiantes | <p>Ebulioscopia</p> <p>Soluciones</p> <p>Tonoscopia</p> | <p>Efectos coligativos</p> <p>Cambio de estado físico</p> | <p>Ebullición</p> <p>Ley de Raoult</p> <p>Fuerza de solvatación</p> <p>Solvente</p> | <p>Fusión</p> <p>Ósmosis</p> <p>Presión de máxima de vapor</p> |

Tabla 1: Conceptos utilizados en la elaboración de los Mapas Conceptuales

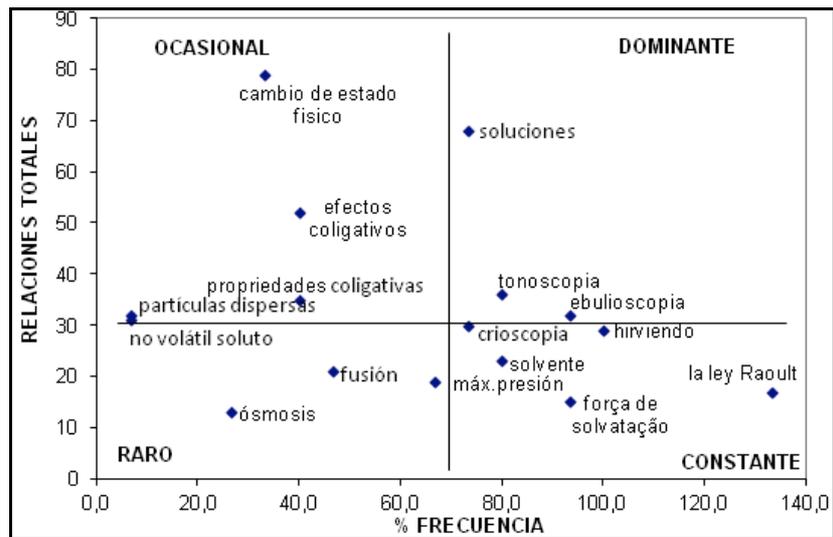


Figura 2. Gráfico bidimensional (%frecuencia x total de relaciones) referente a los MAPAS 2 construidos por los estudiantes después de la clase expositiva

4 Consideraciones finales

Además de servir como una herramienta para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, el mapa sirvió como motivador para el aprendizaje de los contenidos de la temática Propiedades Coligativas, pues a partir de su construcción los estudiantes tuvieron el primer contacto con el tema y despertaron un interés en las clases impartidas por la docente. Un mayor interés en las clases proporcionó una facilitación de la asimilación de los conceptos de las Propiedades Coligativas; una mejor clasificación y aumento de los conceptos relacionados con el PC y un cambio en la estructura conceptual de los estudiantes. Así es altamente recomendable el uso de mapas conceptuales antes de se impartir el contenido.

5 Agradecimientos

Este trabajo es financiado por la fundación de ayuda a la investigación del estado de São Paulo (FAPESP) y de Pro-rectoría de Investigación de la Universidad de São Paulo. Agradecemos también a los profesores y a los estudiantes del 3° medio de 2009.

6 Referencias

- Atkins, P. & Jones, L. (2001) *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman,
- Cavalcanti, RRG & Maximiliano, F (2011) *Desenvolvimento e aplicação de um método de análise de mapas conceituais com o objetivo de acompanhar mudanças na compreensão de um grupo de alunos sobre o tema Equilíbrio Químico*, dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.
- Costamagna, A. M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de Las Ciências*, v.19, n.2, p.309-318, 2001.
- Derbentseva, N.; Safayeni, F.; Cañas, A. J. (2007). Concept maps: experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 448-465.
- González Yoval, P., et. al. (2004), Valoración cuantitativa para evaluar mapas conceptuales. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology: IEn A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*, Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, 289.
- González Yoval, P., et. al. (2006), Aplicación de la técnica de análisis estructural de mapas conceptuales (AEMC) en un contexto de educación CTS. En: A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- González Yoval, P., et. al. (2008), A proposal to refine SACMap technique (Structural Analysis of Concept Maps) AMID A STS-webquest context. En A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak (Eds.), *Concept Mapping: Connecting Educators, Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland: University of Tallinn.
- Leite, I. S., Lourenço, A. B., Hernandez, A. C. (2011). O uso de mapas conceituais para avaliar a mudança conceitual de alunos do Ensino Médio sobre o tema corrente elétrica: Um estudo de caso. *Latin American Journal of Physics Education*, 5, 570 - 586.
- McClure, J.R.; Sonak, B.; Suen, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 475-492.