



Caracterizando modelos explicativos en ciencias

Moreira, Patricia¹; Marzábal, Ainoa¹; Talanquer, Vicente²

Resumen

Para que un docente direcciona adecuadamente los modelos de sus estudiantes hacia el modelo científico escolar, requiere de herramientas que le permitan reconocer características de los modelos expresados. El objetivo de nuestro trabajo es caracterizar los modelos causales expresados por estudiantes de secundaria en un tópico específico de la enseñanza y aprendizaje de la química. Para ello proponemos una estrategia de análisis que permita la identificación de los componentes del modelo y sus relaciones. La caracterización permitirá establecer niveles de sofisticación de los modelos expresados. Proporcionando una herramienta a los docentes para orientar sus estrategias de enseñanza hacia la construcción del modelo científico escolar.

Palabras clave: modelos explicativos, causalidad, razonamiento.

Categoría 2

Objetivo

Caracterizar los modelos expresados por estudiantes de secundaria al explicar fenómenos sobre el descenso del punto de congelación en soluciones acuosas

Marco Teórico

La necesidad de formar ciudadanos informados, que vinculen su conocimiento científico en la toma de decisiones, se ha vuelto uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias (Bybee, McCrae, & Laurie, 2009). En este contexto, la construcción de explicaciones permite a los estudiantes organizar sus ideas relacionando factores en un esquema conceptual que vincule el fenómeno con la teoría (Jorba, 2000). No obstante, a nivel latinoamericano resultados en pruebas internacionales como PISA dan cuenta del bajo desarrollo alcanzado en esta habilidad al explicar fenómenos cotidianos utilizando el conocimiento científico.

En consecuencia, la clase de ciencias gira en torno a la reelaboración de modelos explicativos, buscando consensos para la construcción conjunta de un modelo cercano al modelo científico escolar (Gilbert & Justi, 2016). Lograr que los estudiantes expliquen eventos cotidianos en base a conceptos científicos, implica

¹ Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. pmmoreira@uc.cl

² Department of Chemistry and Biochemistry, University of Arizona.
vicente@email.arizona.edu



procesos complejos en su razonamiento con el fin de evidenciar su comprensión de lo que ocurre en lo que se conoce como modelo expresado (Gilbert & Justi, 2016).

El trabajo sobre el conocimiento de los estudiantes y sus formas de razonamiento, es uno de los elementos esenciales que debe considerar un docente para orientar y mejorar las oportunidades de aprendizaje (Magnusson, Krajcik, & Borko, n.d.; Shulman, 1987; Talanquer, 2003). Es por ello que el desarrollo de esta habilidad debe ser estratégicamente guiada. Para que eso ocurra los docentes necesitan herramientas para identificar las necesidades y dificultades en los estudiantes.

Como el desempeño de los estudiantes varía en función del tópico específico de aprendizaje, hemos considerado contextualizar nuestro estudio en propiedades coligativas de las soluciones. Investigaciones sobre este tópico han reportado las dificultades de los estudiantes, quienes asocian la causalidad a factores como tiempo o propiedades aditivas de los componentes de la mezcla (Çokadar, 2009; Talanquer, 2010)

Pregunta de investigación

El objetivo de este trabajo es caracterizar los modelos expresados por estudiantes de secundaria al explicar fenómenos sobre el descenso del punto de congelación en soluciones acuosas. Para ello, diseñamos una estrategia de análisis en función de las relaciones causales que podrían utilizar los estudiantes en sus explicaciones, guiados por la siguiente pregunta:

¿Qué caracteriza los modelos explicativos de estudiantes de secundaria sobre el descenso del punto de congelación de una solución acuosa?

Metodología

Contexto y Participantes

En esta investigación participaron 78 estudiantes cuya edad promedio fue de 15 años. Las explicaciones (N=78) se recolectaron durante la unidad de propiedades coligativas, específicamente cuando se iniciaba el tópico de descenso del punto de congelación.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento de investigación se elaboró considerando que el objetivo de la unidad es explicar la relación entre temperatura y concentración de las disoluciones y sus aplicaciones tecnológicas. En este contexto, se planteó un escenario hipotético que involucra el uso de anticongelante para automóviles. El instrumento busca que los estudiantes utilicen su conocimiento químico para explicar por qué la mezcla de agua y alcohol posee un punto de congelación menor respecto del solvente puro.



Análisis de Datos

La investigación se desarrolla bajo una perspectiva cualitativa interpretativa siguiendo un método de comparación constante (Miles & Huberman, 1994). El análisis de las producciones de los estudiantes se realizó en dos niveles. El primero de ellos tiene como objetivo identificar los componentes de los modelos explicativos expresados. Un segundo nivel de análisis busca visibilizar las relaciones entre los componentes para determinar la complejidad en el razonamiento causal de los estudiantes.

Primer nivel de análisis

Para la construcción de la matriz de análisis consideramos el marco conceptual de Russ, Scherr, Hammer & Mikeska (2008), al cual se realizaron adaptaciones de acuerdo con el contexto de la investigación. Los autores de este trabajo realizaron el proceso de validación de pares alcanzando un acuerdo superior al 70% (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010). Luego de ello, se aplicó la matriz a las 78 explicaciones de la muestra.

Segundo nivel de análisis

El segundo nivel de análisis busca explicitar las relaciones entre los componentes mediante el diseño de diagramas. La construcción de estos diagramas permite determinar la complejidad del razonamiento de los modelos explicativos. El nivel de sofisticación presente en el razonamiento que se desprende de las explicaciones es codificado utilizando la taxonomía de Grotzer & Perkins (2000) y Grotzer (2012) encontrando tipos de explicaciones con causalidad subyacente y seis tipos de relaciones causales: lineal simple, dominio de causalidad, causalidad cíclica, espiral, mutua y relacional.

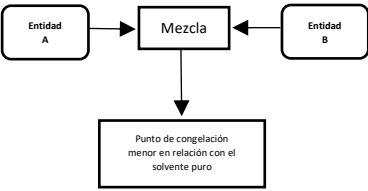
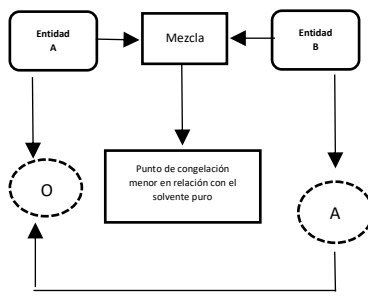
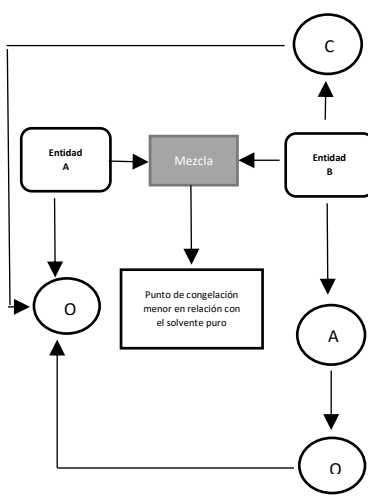
Ejemplo de aplicación del esquema de códigos

Para concretar la aplicación de las categorías del primer y segundo nivel de análisis, consideramos una explicación que ejemplifica un tipo de respuesta al instrumento de investigación. En la Tabla 1 presentamos una secuencia de diagramas correspondientes al ejemplo mencionado. Para este caso hemos separado la explicación en tres secciones para visualizar la incorporación de los componentes en cada sección y sus relaciones. Esta secuencia permite identificar la complejidad del razonamiento utilizado.

La explicación da cuenta de la identificación de entidades (agua y alcohol) y actividades al referirse a la interferencia del alcohol al modificar la probabilidad de ordenamiento de las moléculas de agua, agregando además posibles organizaciones espaciales de las moléculas. Las condiciones se reconocen al mencionar que para que esto suceda las entidades deben mezclarse, haciendo

referencia a la cantidad de soluto y su injerencia en la temperatura de congelación. La presencia de cadena de eventos se identifica al mencionar que el agregar moléculas de alcohol produce cambios en la probabilidad de ordenamiento y luego hace alusión a la dependencia de la temperatura de congelación en función de la concentración de del soluto, estableciendo una relación entre la cantidad de soluto, ordenamiento de las moléculas y el descenso del punto de congelación.

Tabla 1: Diagrama de relaciones entre componentes de la explicación

Sección de la explicación	Relación entre componentes	Observaciones
Al mezclar agua y alcohol se observa que la solución permanece en estado líquido a temperaturas más bajas en comparación con el solvente puro (agua).		Solo se presentan los hechos tal y como son observados, no se profundiza en aspectos no observables.
Esto ocurre porque se produce un cambio en la probabilidad de ordenamiento de las moléculas de agua al incorporar alcohol a la solución,		Si bien se menciona el cambio en la organización de las moléculas de agua, no se detalla cuál es la acción o interacción específica en la que se involucra el alcohol para producir ese efecto.
debido a que las moléculas de alcohol pueden ubicarse en cualquier lugar de la mezcla, ocupando espacios en los que probablemente se situaba el agua. La interferencia de las moléculas de alcohol en la organización espacial de las moléculas de agua aumenta a medida que se agrega mayor cantidad de soluto. En consecuencia, para que la mezcla se congele se requiere de temperaturas más bajas respecto del punto de congelación del solvente puro y estas		Se detalla en la actividad y organización de las moléculas de alcohol. Además de incorporar una condición de cantidad en la organización de las moléculas de agua que en consecuencia afecta el punto de congelación. En este caso nos encontramos con un tipo de relación entre dos variables (organización y



temperaturas decaerán en función de la cantidad de soluto presente en la solución.

cantidad) que dan cuenta de la variación en la temperatura de congelación.

El ejemplo de explicación es codificado como un tipo de causalidad relacional. La relación entre las variables de cantidad de soluto y organización de las moléculas alcohol dan cuenta de la disminución de la temperatura de congelación de la mezcla en relación con el solvente puro. Por lo que en este caso el fenómeno observado se explica en función de dos componentes del modelo: cantidad y organización.

Resultados preliminares

Actualmente nos encontramos en el proceso de búsqueda de patrones de relaciones causales y entidades agenciales que de acuerdo con los modelos de los estudiantes son la causa de la modificación de la temperatura de congelación de la mezcla. En una revisión inicial hemos encontrado que los estudiantes adjudican la causalidad a la presencia de alcohol (entidad agencial) el que establecería "acciones" mediante la generación de barreras, interferencias entre moléculas o transferencia de energía calórica hacia las moléculas de agua. En otros casos la causalidad se atribuye a las "actividades" o propiedades de ambas entidades involucradas (agua y alcohol).

Durante el congreso esperamos presentar una secuencia de modelos expresados en función de la sofisticación de las relaciones causales establecidas por los estudiantes, además de identificar agentes causales y sus mecanismos de acción, siendo un insumo para los docentes en la planificación de secuencias de enseñanza en este y otros tópicos en ciencias.

Agradecimientos: Proyecto FONDECYT 1160148 y Becas Doctorado Nacional CONICYT-21161280

Referencias Bibliográficas

- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883. <https://doi.org/10.1002/tea.20333>
- Çokadar, H. (2009). First Year Prospective Teachers ' Perceptions of Molecular Polarity and Properties of Solutions. *Asian Journal of Chemistry*, 21(1), 75–85.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education* (Vol. 9). Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>



Revista Tecné, Episteme y Didaxis. Año 2018. Numero **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

- Grotzer, T. (2012). *Learning Causality in a Complex World: Understandings of Consequence.* R&L Education.
- Grotzer, T. a, & Perkins, D. N. (2000). A Taxonomy of Causal Models : The Conceptual Leaps Between Models and Students ' Reflections on Them. *Education.*
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación. Metodología de la investigación.* <https://doi.org/>- ISBN 978-92-75-32913-9
- Jorba, J. (2000). La comunicación y las habilidades cognitivo lingüísticas. In Jaume Jorba, Isabel Gómez, & Àngels Prat (Eds.), *Hablar Y Escribir Para Aprender: Uso De La Lengua En Situacion De Enseñanza-Aprendizaje Desde Las Areas Curriculares* (p. 37). Madrid.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (n.d.). 4. Nature, sources and development of Pedagogical Content Knowlegde for science teaching. Retrieved from https://create4stem.msu.edu/sites/default/files/discussions/attachments/Magnusson_et_al._-1999_-_Nature,_Sources,_and_Development_of_Pedagogical_Co.pdf
- Miles, M., & Huberman, M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook. Qualitative Data Analysis.*
- Russ, R. S., Scherr, R. E., Hammer, D., & Mikeska, J. (2008). Recognizing mechanistic reasoning in student scientific inquiry: A framework for discourse analysis developed from philosophy of science. *Science Education*, 92(3), 499–525. <https://doi.org/10.1002/sce.20264>
- Shulman, L. S. (1987). Shulman.1987.Knowledge and teaching.pdf. *Harvard Educational Review.*
- Talanquer, V. (2003). Formación docente : ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*, 15(1), 60–66.
- Talanquer, V. (2010). Exploring dominant types of explanations built by general chemistry students. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2393–2412. <https://doi.org/10.1080/09500690903369662>