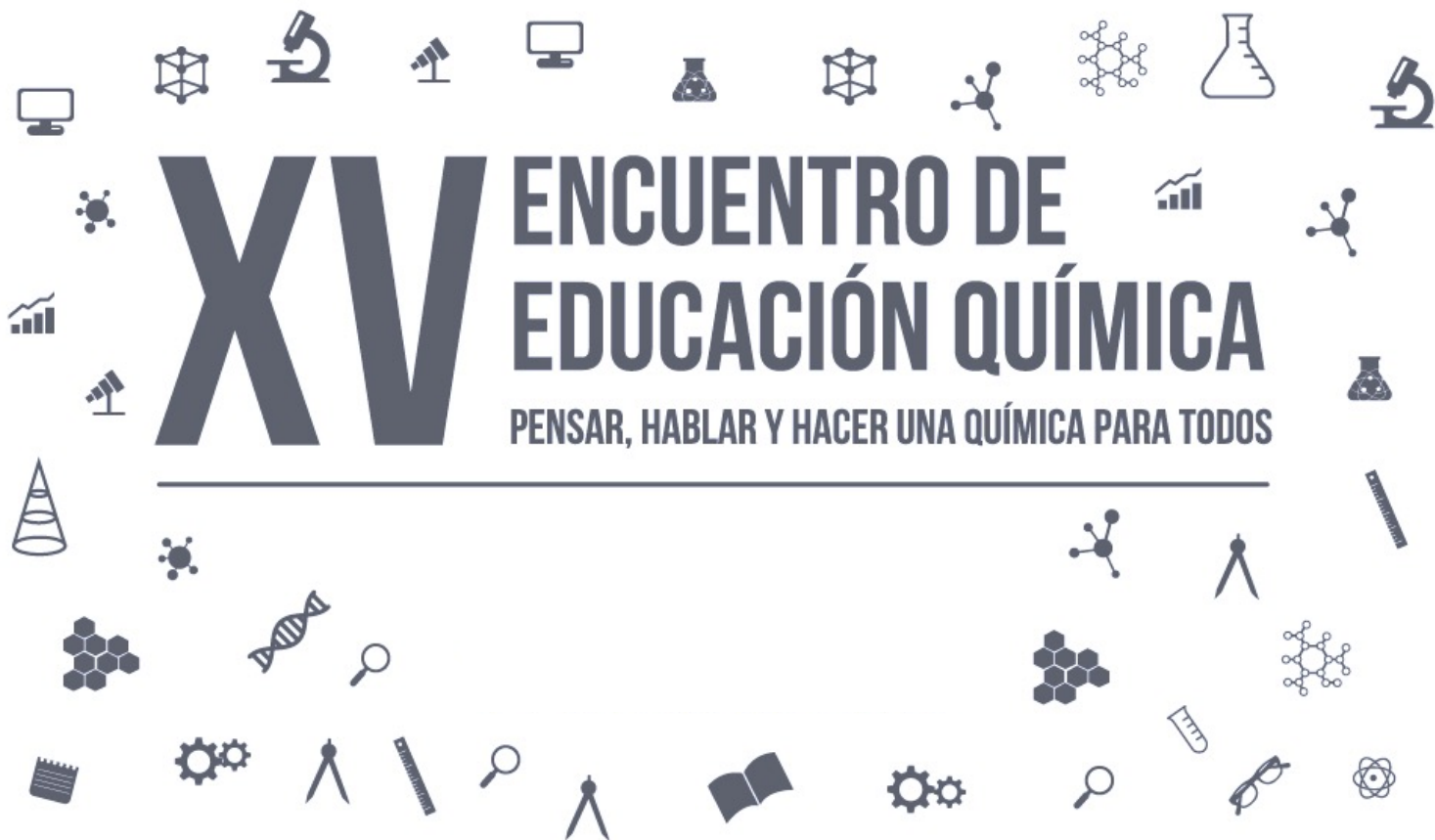


ACTAS



XV ENCUENTRO DE EDUCACIÓN QUÍMICA

PENSAR, HABLAR Y HACER UNA QUÍMICA PARA TODOS

INSTITUTO DE
QUÍMICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO



Magíster en Didáctica de las
Ciencias Experimentales
Facultad de Ciencias
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso



SOCIEDAD CHILENA DE QUÍMICA

Sociedad Chilena de Química, SChQ
<http://www.schq.cl>
División Educación

Coordinador del Comité Científico
Cristian Merino.

Editores
Cristian Merino, Roxana Jara, Marcela Arellano, Juan Pablo Lobos

© Pensar, hacer y hablar una química para todos.
Actas XV Encuentro Educación Química.

ISBN 978-956-7149-04-9

Sociedad Chilena de Química, Paicaví 170, D19, Concepción, Región del Biobío,
www.schq.cl

Cítese como:

Autores (2017). Título de la comunicación. En Merino, C., Jara, R., Arellano, M., Lobos, J. (Eds.) *Actas XV Encuentro Educación Química* (pp X-Y). Sociedad Chilena de Química: Valparaíso. Disponible en línea: www.xveeq.ucv.cl

C1. APRENDIZAJE DE LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA, UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DESDE LA ONTOLOGÍA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS.

Joaquín Castillo P., Rocío Ogaz R., Waldo Quiroz V., Cristian Merino R.,
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
joaquincastillopoblete@gmail.com

Introducción

En ciencias naturales los conceptos de teoría, hipótesis y ley son en general confundidos tanto en el marco de la ciencia profesional como también por los profesores de ciencia (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002). Al respecto uno de los sistemas filosóficos más influyentes para la definición de estos conceptos, en ciencias naturales lo conforma el realismo científico cuyo principal exponente, de acuerdo a la revista Science es Mario Bunge (Michel et al., 2011). Así uno de los aspectos más destacables de este sistema filosófico es que no es solo una propuesta epistemológica, sino que además lógica, ontológica, axiológica y metafísica (Bunge, 1974a, 1974b; Bunge, 1977, 1979, 1983a, 1983b).

Epistemológicamente, una hipótesis científica es una idea, es decir una afirmación respecto de la realidad material, la cual debe ser fundamentada y contrastable empíricamente. Luego una contrastación positiva la categoriza como una hipótesis científica convalidada. Una ley es una subcategoría de hipótesis que presenta los requisitos adicionales de presentar un patrón de causalidad y un mecanismo demostrado con evidencias favorables que conecte las variables causa y efecto. Finalmente una teoría científica es un sistema de hipótesis conectada lógicamente por relaciones de deducibilidad siendo las hipótesis más generales conocidas como postulados o axiomas (Bunge, 2007).

Ontológicamente el sistema filosófico de Mario Bunge define 5 categorías ontológicas, siendo éstas: “cosas u objetos materiales”, “propiedades”, “procesos” “sucesos” y “estados” (Bunge, 1977). Para este caso se considerarán dos categorías: proceso y propiedad, entendida esta última como una característica o atributo de un objeto u cosa, esto quiere decir que las propiedades no tienen existencia propia. Proceso, por otra parte, es un cambio sucesivo y secuencial de estados de un objeto, siendo un estado un conjunto de propiedades que definen a un objeto en un momento dado.

Diversas investigaciones (Mahmud & Gutiérrez, 2010; Kartal, Öztürk, & Yalvaç, 2011) han podido demostrar que ciertos conceptos, tales como, calor y temperatura son ocasionalmente utilizados como sinónimos, a lo que otras investigaciones (Chi, 2008; Slotta, Chi, & Joram, 1995) lo atribuyen a una errónea clasificación ontológica del concepto.

Finalmente, estos aspectos presentan una implicancia directa en el aprendizaje de la termodinámica, en donde una errónea clasificación ontológica y el lenguaje utilizado para referirse a estos conceptos, ya sea verbal escrito u oral, podrían generar concepciones alternativas en estudiantes de educación media y superior (Carrascosa 2005).

Es debido a esto que la presente investigación tiene por objetivo evaluar la clasificación ontológica y los patrones de causalidad que se abordan en la primera ley de la

termodinámica, en textos escolares y universitarios. Siendo los conceptos analizados: Energía, Energía Interna, Calor y Trabajo.

Metodología

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizaron quince textos, dentro de los cuales cuatro son del área de fisicoquímica, ocho de química general y finalmente tres de nivel escolar. La muestra se caracteriza por ser no probabilística, también llamadas muestras dirigidas y suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un procedimiento estadístico. Es por esto que para seleccionar los textos se emplearon algunos de los criterios usados por Niaz y Fernández (2008).

El análisis de los textos se realizó desde una perspectiva ontológica y epistemológica, por lo cual fue necesario clasificar los conceptos de estudio (bajo este marco de referencia) y proponer un mecanismo explicativo para la primera ley de la termodinámica en tres tipos de sistemas diferentes, tal como se visualiza en las siguientes tablas:

Tabla 1 clasificaciones ontológicas de los conceptos implícitos y explícitos en la ley cero y primera ley de la termodinámica.

Variable	Clasificación ontológica
U	Propiedad
q	Proceso
w	Proceso
T	Propiedad
P	Propiedad
V	Propiedad

Tabla 2 Patrones de causalidad de la primera ley de la termodinámica y sus mecanismos asociados.

Sistema	Causa	Efecto	Mecanismo	Expresión
Diatérmica	T	ΔU	$T \rightarrow q \rightarrow P \rightarrow \Delta U$	$\Delta U = q$
Adiabática	V	ΔU	$V \rightarrow P \rightarrow w \rightarrow T \rightarrow \Delta U$	$\Delta U = w$
Asilada	-	-	no hay proceso	$\Delta U = 0$
Cerrado	T, V	ΔU	$T \rightarrow V \rightarrow P \rightarrow w(q^*) \rightarrow \Delta U$	$\Delta U = q + w$

- La magnitud de q depende de la temperatura inicial y final del sistema.

Resultados

11 de los 15 textos universitarios el concepto de “Energía” se define de forma meramente operacional sin conectarlo ontológicamente como una propiedad. Distinto es el concepto de energía interna en donde su conexión ontológica como una propiedad sí está presente en todos los textos analizados. Para el caso de los conceptos de q y w asociados a procesos, w se asocia erróneamente a una propiedad en 8 de los 15

textos, y para el caso de q en 7 de los 15 textos se presenta el mismo tipo de error, específicamente al clasificarlos como formas de energía.

Por otra parte, existe una alta frecuencia en presentar la Ley en los tres sistemas sin un mecanismo explicativo que conecte las variables causa y efecto (lo cual se ha denominado como O_2), es decir, se presenta el efecto (ΔU) con una causa asociada, pero que sin embargo, no corresponde a las propiedades que determinan el estado de un sistema (T, V, P) y la causa descrita en el texto corresponde netamente a la suma del calor y del trabajo, explicando y presentando la primera ley de una forma meramente matemática (E_1). Adicionalmente un número considerable de textos no hace referencia a la aplicación de la primera ley para sistemas con paredes adiabáticas móviles ni para sistemas con paredes diatérmicas rígidas (Entendido como O_1 , por cuanto no se presentan los patrones causales de dichos procesos).

Discusión

Respecto de la clasificación ontológica de los conceptos es pertinente mencionar que, para el caso de la energía, al ser definida como la “capacidad de efectuar trabajo” limita a solo comprender el concepto en base a la consecuencia que genera que un cuerpo posea energía, aislando el concepto como tal de su definición y clasificación ontológica, que mediante años de investigación se ha logrado construir y conceptualizar como propiedad. En cuanto al calor y trabajo se refiere, si utilizáramos su definición como formas de energía y por ende, propiedades, podríamos afirmar que un cuerpo “posee calor o trabajo” o bien que es capaz de transferir calor y/o trabajo. Sin embargo dicha afirmación conllevaría a comprender de manera errada la naturaleza de éstos conceptos, mediante una clasificación ontológica equivocada y una utilización inadecuada del concepto.

Si nos referimos a la presentación de la primera ley propiamente tal, cabe establecer la siguiente pregunta: ¿es realmente importante aplicar esta ley a otros tipos de sistema? ¿Es relevante presentar la ley en más de un tipo de sistema? A lo cual respondemos, sí, es necesario extender esta presentación y explicación de la primera ley a otros sistemas, básicamente por el hecho de que si bien nos referimos a la misma ley, ésta presentará un mecanismo explicativo distinto dependiendo de las características del sistema en el cual se estudia la variación de la energía interna. (Ver tabla 2). A lo anterior podemos agregar, que si no se presenta la ley en distintos tipos de sistema y por ende el mecanismo que conecta las variables causa y efecto para ese proceso, no será posible comprender la naturaleza del cambio en la energía interna, referente a qué específicamente provoca el cambio y que pasos se llevan a cabo para generar ese efecto.

Agradecimientos

Agradecer a quienes han permitido que este trabajo de investigación se llevase a cabo: proyecto DREAMS 037.307/2015 de la Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Asimismo al Proyecto Fondecyt 1150659 financiado por la Comisión Nacional Científica y Tecnológica del Gobierno de Chile (CONICYT).

Bibliografía

Bunge, M. (1977). *Treatise on Basic Philosophy: Volume 3: Ontology I: The Furniture of the World*: D. Reidel.

- Bunge, M. (1979). *Treatise on Basic Philosophy: Ontology II*: Springer Netherlands.
- Bunge, M. (1983a). *Epistemology & Methodology I:: Epistemology & Methodology I: Exploring the World*: Springer Netherlands.
- Bunge, M. (1983b). *Treatise on Basic Philosophy: Volume 6: Epistemology & Methodology II: Understanding the World*: Springer Netherlands.
- Bunge, M. (2000). Energy: Between physics and metaphysics. *Science and Education*, 9(5), 457-461.
- Bunge, M. (1974a). *Semantics II: Interpretation and Truth: Semantics II: Interpretation and Truth*: Springer.
- Bunge, M. (1974b). *Treatise on Basic Philosophy: Semantics I: Sense and Reference*: Springer Netherlands.
- Bunge, M. (2007). *La investigación científica*. Siglo XXI: México.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2, 183-208.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. *Handbook of Research on Conceptual Change*, 61–82.
- Kartal, T. , Öztürk, N. , & Yalvaç, H.G. (2011). Misconceptions of science teacher candidates about heat and temperature. *Science Direct*, 15(2758–2763).
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. doi: 10.1002/tea.10034
- Mahmud, M. , & Gutiérrez, O. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación Universitaria*, Vol. 3 N°1. doi: 10.4067/S0718-50062010000100003
- Michel, J. B., Kui Shen, Y., Presser Aiden, A., Veres, A., Gray, M. K., Pickett, J. P., Aiden, E. L. (2011). Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science*, 331(6014), 176-182. doi: 10.1126/science.1199644
- Niaz, M., & Fernández, R. (2008). Understanding quantum numbers in general chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 30(7), 869-902.
- Slotta, J., Chi, M. T. H., & Joram, E. (1995). Assessing Students' Misclassifications of Physics Concepts: An Ontological Basis for Conceptual Change. *Cognition and Instruction*, 13 (3), 373–400.

ISBN: 978-956-7149-04-9

