

Explicación científica escolar en estudiantes de secundaria. El caso de un AVA soportada en una controversia sobre la periodicidad química

Cantor García Karen Yuleidy
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
kaycantorg@correo.udistrital.edu.co

Santana Almanza Nelly Rocío;
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
nrsantanaa@correo.udistrital.edu.co

García-Martínez Álvaro
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
alvaro.garcia@udistrital.edu.co

Línea temática: Aprendizaje, Modelización y Argumentación en la enseñanza de las ciencias

Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar las explicaciones generadas por los estudiantes de secundaria en torno a la periodicidad química, a partir del diseño de una unidad didáctica soportada en la elaboración de una controversia histórica y llevada al aula por medio de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA). El diseño metodológico se enmarca dentro del paradigma constructivista, fundamentado en la comprensión de la periodicidad química, en la cual, se busca que el estudiante construya su propio conocimiento, en este sentido, el enfoque trabajado es el interpretativo. En términos generales, se puede concluir que la historia de la ciencia, tiene un papel fundamental en el desarrollo del discurso construido por los estudiantes, ya que les permite comprender la evolución y el carácter dinámico de la ciencia.

Palabras clave

Historia de la ciencia. Explicación científica escolar. Periodicidad química.

Objetivos

- Objetivo general
 - Analizar la explicación científica escolar generada por los estudiantes en torno a la periodicidad química desde una perspectiva histórica al interactuar con un AVA.
- Objetivos específicos
 - Diseñar una unidad didáctica para desarrollar la temática periodicidad química en un AVA.
 - Generar en los estudiantes una conceptualización adecuada sobre la periodicidad química apoyada en la historia de las ciencias.
 - Estudiar el discurso generado por los estudiantes al momento de explicar los fenómenos propios de la periodicidad química.

Marco Teórico

En el siguiente apartado se presentan los referentes teóricos que fundamentan este proceso de investigación. Estos se organizan de la siguiente forma; en primer lugar, se analiza la importancia de la historia de la ciencia; en segundo lugar, se introduce el concepto de periodicidad química y, en tercer lugar, se presenta el concepto de explicación científica escolar como acto ilocucionario.

Historia de la ciencia

Con el paso del tiempo se han logrado establecer puentes de conexión entre la ciencia y la historia hacia el camino de la enseñanza y el aprendizaje, por lo que ambos conceptos se encuentran directamente relacionados, con el fin de reconstruir el pasado científico para comprender y explicar la construcción de diferentes modelos, teorías y leyes que suscitan diversas preguntas de análisis a la luz de nuestros días.

De manera tal que, la historia de la ciencia no se limita a determinar acciones cronológicas, se trata de ir más allá en busca de la trayectoria desarrollada por los seres humanos para la comprensión del mundo que les rodea, en el hallazgo de soluciones a problemas concretos (Uribe, 2017). Hoy en día, la historia de la ciencia ha tenido que pasar por diferentes transformaciones de carácter epistemológico y filosófico, donde debe superar diferentes obstáculos, tal como lo menciona Labarca (2016), la filosofía de la química seguía esperando reconocimiento como una legítima subdisciplina de la filosofía contemporánea de la ciencia. Sin embargo, el creciente interés de los químicos, historiadores y filósofos de la ciencia en los problemas del mundo químico, condujo a la filosofía de la química a ganar un fuerte impulso.

Por otro lado, García & Izquierdo (2014) exponen que, al implementar la historia de la ciencia en las clases, los estudiantes logran observar un panorama mucho más próximo al real construido por el científico, dejando de lado los estereotipos, y dando lugar a una posición reflexiva y crítica del contenido que está aprendiendo. Razón por la cual, en esta investigación se tiene en cuenta como uno de los pilares más importantes para propiciar el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas en estudiantes de secundaria, al momento de construir explicaciones científicas escolares en torno al fenómeno de la periodicidad química desde una perspectiva histórica.

Periodicidad química

La periodicidad química se considera uno de los principales criterios de organización de los elementos químicos, ya que tiene en cuenta la regularidad con que se repiten las propiedades químicas y físicas de estos, permitiéndoles pertenecer a un grupo dentro de la tabla periódica. De esta manera surge la primera ley periódica que clasificaba los elementos en la tabla periódica teniendo en cuenta sus pesos atómicos. Años después, específicamente en el siglo XX surge la ley periódica actual teniendo en cuenta el número atómico como criterio para su organización (Noval & Carriazo, 2019). Cuando se analiza la tabla periódica, es importante señalar todas las propiedades allí expuestas, como criterios de selección, para generar un ordenamiento adecuado para una correcta lectura. La comprensión de la periodicidad química es transcendental para entender las propiedades químicas y físicas de cada elemento y sus compuestos (Ferreira et al., 2016).

Entender y percibir la ordenación de los elementos químicos que existen en la naturaleza es un tema principal para afrontar el comportamiento macro de la materia y, por ende, los fenómenos presentados en la misma naturaleza (Rodríguez, 2020). En el transcurrir de los años se han evidenciado una serie de debates que analizan la posición de algunos elementos dentro de la tabla periódica, ya que, esta no satisface en su totalidad el comportamiento químico y físico del elemento,

con relación a la familia a la que pertenece. Este es el caso de la ubicación controversial del hidrogeno y el helio, quienes están situados originalmente en la familia de los metales alcalinos y en la de los gases nobles respectivamente. Por consiguiente, toma relevancia dentro de esta investigación, ya que propicia un escenario de debate en el aula de clase, posibilitando que el estudiante adopte una posición crítica y reflexiva frente el fenómeno analizado a partir de sus explicaciones.

Explicación científica escolar en ciencias

La comunicación entre las personas es fundamental, ya que permite que el lenguaje sea el intermediario para controlar aspectos en diferentes disciplinas, por ejemplo, la ciencia, ya que es necesario establecer vínculos para apoyar una idea o compartir sus conocimientos (Paz et al., 2008). En este sentido, a los estudiantes se les debe propiciar espacios de debate y discusión frente a diversos fenómenos, donde se les permita encontrar explicaciones que les aprueben asumir una postura crítica reconstruyendo significados y relaciones científicas.

Por su parte, Braaten & Windschitl (2011) desde la filosofía de las ciencias han analizado el proceso de construcción y méritos de las explicaciones científicas. No existe una teoría unitaria de explicación en la filosofía de las ciencias, no obstante, se conceptualizan las explicaciones científicas como intentos de ir más allá de las descripciones de los fenómenos naturales. Por ende, la explicación entendida como una actividad cognitiva lingüística, implica desarrollar diferentes procesos cognitivos y establecer relaciones entre conceptos para construir proposiciones argumentadas, y así, ser comunicadas de forma verbal o escrita (Paredes, 2018).

La nueva filosofía de la ciencia concibe la explicación científica escolar, como un acto ilocucionario, desde el cual se pueden emitir palabras con intención de generar un efecto en un acto que comprende tres instantes: a) el acto de explicar, b) la explicación como producto y c) la evaluación de la explicación tal como afirma Achinstein 1989, citado por Paredes, (2018). Con lo anterior, en esta investigación se acoge la explicación científica escolar como acto ilocucionario, ya que posibilita la construcción de esquemas conceptuales más complejos para comprender el fenómeno estudiando y así, propiciar la adquisición de habilidades cognitivo lingüísticas por parte los estudiantes que les permite tomar una posición crítica y reflexiva frente al caso histórico analizado.

Ambiente virtual de aprendizaje

La educación basada en las TIC permite que los procesos de aprendizaje estén mediados por el internet, logrando destacar herramientas y aspectos importantes que les permite a los estudiantes y a los profesores re plantear diferentes prácticas, teniendo en cuenta el desarrollo del conocimiento. Por tanto, García-Martínez et al., (2018) plantean que los docentes deben desarrollar las competencias necesarias para proponer, construir, experimentar, diseñar y evaluar ambientes de aprendizajes, tanto presenciales como virtuales, que favorezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje. En ese sentido, como afirma los autores el uso y diseño de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) y de Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), desde una perspectiva inclusiva, deben promover la realización de actividades diversas que favorezcan el desarrollo de la autonomía en el manejo de los recursos tecnológicos y el respeto por los ritmos de aprendizaje, favoreciendo de esta manera la diversidad (pag. 69).

Metodología

La presente investigación se enmarca dentro del paradigma constructivista, el cual asume que el conocimiento es una construcción mental, producto del trabajo cognitivo desarrollado por el sujeto que aprende (Guba & Lincoln, 2002). Además, concibe el conocimiento como construcciones propias que se derivan de las comprensiones logradas a partir del fenómeno que se quiere conocer. Para nuestro caso particular, se fundamenta en la comprensión del fenómeno de la periodicidad química, en la cual, se busca que el estudiante construya su propio conocimiento y este se haga evidente por medio de la elaboración de explicaciones científicas escolares, que den cuenta del nivel de comprensión del fenómeno. En este sentido, el enfoque trabajado es el interpretativo, entendido este no únicamente como descripciones del proceso, sino también como la comprensión del fenómeno en su ambiente natural, para este caso la explicación del fenómeno de la periodicidad química en el aula por parte de los estudiantes de secundaria (Paredes, 2018).

En esta investigación se analizan las explicaciones generadas por los estudiantes de secundaria en torno al fenómeno de periodicidad química, a partir del diseño de una unidad didáctica soportada en la elaboración de una controversia histórica alrededor del debate actual frente a la posición del hidrógeno y el helio en la tabla periódica y llevada al aula por medio de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA). Para esto se tienen en cuenta cuatro etapas que posibilitan el proceso metodológico las cuales nos permitieron dar forma auténtica a la naturaleza del objeto de estudio, con el análisis de la riqueza y la profundidad de las explicaciones dadas por lo estudiantes en el aula escolar (Paredes 2018).



Esquema 1. Etapas de desarrollo de la investigación (Paredes, 2018).

Resultados

De acuerdo con el proceso metodológico anteriormente expuesto, durante el desarrollo de esta investigación se elaboró la controversia histórica titulada “¿cuál es la familia? El caso del H y el He”, dando lugar al diseño de la unidad didáctica “más allá del sistema periódico”, en la cual se articulan diferentes actividades que se implementaron dentro del aula, por medio de la elaboración de un ambiente virtual de aprendizaje en la plataforma interactiva Classroom. De forma tal que, los objetos virtuales de aprendizaje provenientes de cada instrumento posibilitaron que los estudiantes interactuaran constantemente fortaleciendo sus habilidades cognitivo-lingüísticas. A continuación, en la tabla 1 se relacionan las actividades que responden a cada una de las etapas del proceso metodológico, y a su vez, los diferentes recursos OVA empleados durante la investigación.

Etapa	Actividad	Recursos OVA
Diagnóstico	• Test de ideas previas	Formulario online: wufoo.com
	• ¡Y esto es apenas lo elemental!	Fichas interactivas
Formación	Ley periódica: Explicación	Imagen interactiva y presentación (Software en línea: Genially).
	Noticiencia	Vídeos educativos
	Caso histórico: ¿Cuál es la familia?	Controversia elaborada por las docentes investigadoras. (formato PDF)
	Fase	Actividades

Diseño e intervención	Reconocer el contexto ECE	¿Y esto es apenas lo elemental! ❖ Símbolos y nombres ❖ Justificación	Fichas interactivas Liveworksheets.com	
		Sopa de letras	Plataforma web: Educaplay	
	Elementos conceptuales y procedimentales	Ley periódica: Explicación		Imágenes interactivas y presentaciones
		Aplasta topos- Ley periódica		Herramienta Web: Wordwall.net
		Actividad: Ley periódica		Plataforma Classroom
		Pac-man periódico		Herramienta Web: Wordwall.net
	ECE en diferentes contextos	Caricatura		Vídeo educativo y ruleta interactiva
		Noticiencia		Material de trabajo en PDF
		Línea del tiempo		Videos educativos elaborados por los estudiantes e imágenes para recortar.
	Escribir la ECE	Lectura caso histórico: ¿Cuál es la familia?		Controversia elaborada por las docentes investigadoras (formato PDF).
Cuestionario: ¿Cuál es la familia?			Herramienta web: Quizizz.com	
Debate: ¿Cuál es la familia?			Fichas de participación en WORD	
Implementación	Aplicación de la unidad didáctica a través de la interacción con el ambiente virtual de aprendizaje (AVA).		Plataforma Classroom Plataforma de videollamadas ZOOM.	

Tabla 1. Actividades desarrolladas durante el proceso de investigación.

Finalmente, relacionamos algunos resultados obtenidos durante la etapa de diseño e intervención en las cuatro fases de implementación de la unidad didáctica, en los cuales se evidencian las explicaciones construidas por los estudiantes.

Reconocer el contexto ECE	¿Y esto es apenas lo elemental?	En esta actividad los estudiantes debían responder 8 preguntas con respecto a una imagen de la tabla periódica. Este instrumento permitió caracterizar las ideas iniciales de los estudiantes sobre el concepto de tabla periódica y su organización. Además, en la explicación dada por los estudiantes se denota el uso de la palabra periodos para referirse al orden de los elementos. Obteniendo como resultado para la pregunta: ¿Por qué se llama tabla periódica? "por qué la tabla está conformada de periodos, y en estas se organizan los elementos."
Elementos conceptuales y procedimentales	Actividad: ley periódica	En esta actividad los estudiantes siguieron la explicación del docente identificando la variación de las propiedades periódicas, encontrando que la mayoría de los estudiantes respondieron al instrumento reconociendo las características generales de las propiedades. Respuesta: E55
ECE en diferentes contextos	Noticiencia	Haciendo uso del trabajo en equipo, los estudiantes realizaron diferentes lecturas que relacionaban el trabajo de diferentes científicos en la construcción de la tabla permitiendo planear esta información, en un formato de presentación de noticiero antes sus compañeros. Considerando la creatividad y la comunicación como aspectos relevantes para el análisis de la información. Se obtuvieron resultados muy favorables ya que los estudiantes demostraron interés por socializar con sus compañeros y sustentar el aporte de cada científico.  
Escribir la ECE	Cuestionario: ¿Cuál es la familia?	Teniendo en cuenta la controversia histórica se desarrolla un cuestionario que consta de 7 preguntas que indagan el nivel de comprensión y análisis de los estudiantes, obteniendo explicaciones que ponen de manifiesto su postura crítica y reflexiva en la elaboración de un argumento. Obteniendo como respuesta para la pregunta: De acuerdo con lo que has leído en la anterior controversia, ¿Cómo explicarías qué es una controversia científica? "Es una discusión generada por personas con respecto a un tema del ámbito científico, no necesariamente es discutida por personas cultas en ciencia, sino por cualquier persona con capacidad de entablar la conversación con temas científicos".

Tabla 2. Resultados obtenidos durante la etapa de diseño e intervención.

Conclusiones

El desarrollo de la unidad didáctica permitió reconocer el papel que esta cumple como instrumento dentro de la labor docente, ya que exige recurrir a diversas actividades que genere un aprendizaje significativo de la temática que se desea trabajar dentro del aula de clases, para nuestro caso particular la periodicidad química. La construcción de la controversia acerca de la posición del

helio e hidrógeno en la tabla periódica, contribuye en el diseño de la unidad didáctica a partir de la discusión fomentada en los últimos años, que soporta la necesidad de analizar y comprender las grandes tensiones entre los autores que buscan sustentar sus estudios para seguir aportando al desarrollo científico. Por ende, los estudiantes hacen uso de la historia de la ciencia para explicar el principio de organización de la tabla periódica. Al analizar los aprendizajes generados en los estudiantes, es posible evidenciar aprendizajes significativos, ya que, encontraron una motivación en las actividades desarrolladas considerando la historia de las ciencias como un instrumento para elaborar sus explicaciones científicas escolares en torno a la controversia histórica analizada.

Referencias Bibliográficas

- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639–669. <https://doi.org/10.1002/sce.20449>
- Ferreira, J. E. V., Pinheiro, M. T. S., dos Santos, W. R. S., & Maia, R. da S. (2016). Graphical representation of chemical periodicity of main elements through boxplot. *Educacion Quimica*, 27(3), 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.007>
- García-Martínez, Á., Hernández, R., Abella, S., Valbuena, A., González, B., Prieto, D., Muñoz, L., & Gómez, D. (2018). *La formación de profesores de Ciencias a través del diseño curricular mediado por las TIC: Un caso en contextos de diversidad.*
- García Martínez, Á., & Izquierdo Aymerich, M. (2014). Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(1), 265–281. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.758>
- Guba, E., & Lincoln, Y. (2002). Denzin y Lincoln.pdf. In *Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa* (pp. 113–145).
- Labarca, M. (2016). *Filosofía de la química.* 1998, 1–20.
- Noval, V., & Carriazo, J. (2019). *La periodicidad de los elementos y el desempeño de los materiales: un complemento para la comprensión de la tabla periódica.* 42(2), 232–236. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170340>
- Paredes, N. M. (2018). *Aporters de la historia de la ciencia en la explicacion cientifica escolar* (Vol. 10, Issue 2).
- Paz, V. A., Márquez, C., & Adúriz-Bravo, A. (2008). Análisis de una actividad científica escolar diseñada para enseñar qué hacen los científicos y la función de nutrición en el modelo de ser vivo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4(2), 11–27.
- Rodríguez López, R. M. (2020). Identificación de un nuevo patrón en la configuración electrónica de los elementos que modifica el diseño tradicional de la tabla periódica. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 11(21). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.701>

Uribe Mendoza, B. I. (2017). La historia de la ciencia: ¿Qué es y para qué? *Revista Odontológica Mexicana*, 21(2), 78–80. <https://doi.org/10.1016/j.rod mex.2017.05.001>