



Argumentación y aprendizaje de la Teoría Ácido-Base

Argumentation and learning of the Acid-Base Theory

Patricio Andrés Carrasco Monrroy,¹ Natalia Javiera Orellana Barahona² y Mario Roberto Quintanilla-Gatica³

Recepción: 02/02/21

Aceptación: 28/01/22

Resumen

En este trabajo se discuten los datos derivados de una intervención didáctica en clases de química de secundaria, en tres colegios diferenciados socialmente. A partir de un problema de índole socio científica relacionado con la teoría ácido-base, se propició el desarrollo de competencias argumentativas. Los hallazgos preliminares nos permiten concluir que los estudiantes desarrollan diferentes modelos argumentativos, lo que se explicaría en parte por las condiciones y ambientes de aprendizaje distintivos de estas instituciones, que favorecen una interpretación diferente entre la química escolar y el mundo real de los estudiantes.

Palabras clave

Argumentación, teoría ácido base, problemas socio científicos

Abstract

In this work, the data derived from a didactic intervention in high school chemistry classes, in three socially differentiated schools, are discussed. From a problem of social-scientific nature related to the acid-base theory, it was propitiated the development of argumentative competences in the students. The preliminary findings allow us to conclude that they develop different argumentative models, which would be explained in part by the conditions and learning environments distinctive of these institutions, which favor a different interpretation between school chemistry and the students' real world.

Keywords

Argumentation, acid base theory, socio-scientific problems

¹ Colegio Pumahué de Chicureo, Chile.

² Colegio Polivalente Alejandro Flores, Chile.

³ Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

Introducción

La educación científica actual se orienta hacia la promoción, formación y desarrollo de una ciudadanía alfabetizada científicamente, considerando a la ciencia como un componente esencial que puede favorecer la participación de todas y todos en la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo tecnocientífico, contribuir a la formación del espíritu crítico y transmitir la emoción de los apasionantes desafíos a los que se ha enfrentado la comunidad científica (Gil y Vilches, 2004:259; Osborne & Patterson, 2011). Dentro del marco de la actividad científica escolar, nos interesa particularmente promover el desarrollo de Competencias de Pensamiento Científico (CPC) en el estudiantado. Pese a que las CPC se han conceptualizado desde las más diversas direcciones epistemológicas, nuestro intento ha estado dirigido a conformar una representación de éstas que no se limita a determinar la manera de hacer, sino a poner de manifiesto las cualidades de lo que hemos denominado sujeto competente en ciencias (SCC). Desde nuestra mirada, el SCC se constituye como un actor capaz de identificar situaciones polémicas (u obstáculos) en la clase de ciencias y de abordarlas con los recursos propios en la gestión del conocimiento y aprendizaje científicos. Desde esta consideración la CPC emerge como un atributo del sujeto determinado por una actuación permanente y sistemáticamente dirigida por el profesorado con la finalidad de poner de evidencia el sustrato personal del actuar competente, valorando y evaluando la manera en que los distintos sujetos identifican, enfocan y resuelven las situaciones a que se enfrentan ya sea en su proceso de aprendizaje formativo o en su desarrollo profesional (Quintanilla, 2012).

Habilidades cognitivo-lingüísticas en la enseñanza de las ciencias

Sutton (2003) nos aproxima a la relevancia del lenguaje de la ciencia, profundizando sus relaciones con la historia de las ciencias, la enseñanza y el aprendizaje. Reflexiona sobre como el profesorado puede “provocar el pensamiento, animando a los estudiantes para que entren en los patrones de razonamiento y en los del lenguaje, que han sido desarrollados por la comunidad científica y para que luego, hagan explícita su propia comprensión de las nuevas ideas” (Sutton, 2003, p. 21). Una de las principales finalidades de la educación científica actual es propiciar que “niños y niñas, adolescentes y jóvenes sean capaces de dar sentido a su intervención activa en el mundo, de tomar decisiones fundamentadas, y de establecer juicios de valor robustos poniendo en marcha, de forma autónoma y crítica” (Quintanilla, 2014, p. 17). Para lograr estas finalidades, es fundamental desarrollar y promover competencias cognitivo-lingüísticas, que corresponden a pensamientos más complejos e involucran la elaboración de textos de alto nivel, las que permiten darle coherencia al pensamiento, el discurso y la acción sobre el mundo (Toulmin, 1977).

Argumentar y explicar en la clase de ciencias

La argumentación y la explicación son habilidades cognitivo-lingüísticas que de manera natural se desarrollan a partir de las relaciones epistemológicas e históricas en la clase de ciencias (Camacho & Quintanilla, 2008). Sin embargo, esta vinculación ha llevado muchas veces a confusiones que ameritan una profundización para precisar cómo ellas interactúan en el desarrollo del pensamiento y en la formación del profesorado de ciencias en particular

(Abrams & Southerland, 2001; Berland & Mcneill, 2012; Braaten & Windschitl, 2011; Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, 2008; Osborne & Patterson, 2011, 2012;). Para Osborne & Patterson (2011) hay una falta de claridad en torno al concepto de argumentación y explicación científica, lo que constituye una debilidad teórica y práctica en la formación del profesorado. La argumentación, es una práctica que consiste en una afirmación con una justificación para defender un punto de vista a un determinado público, la que trasciende a un dominio o contenido en particular y que se vincula con la inteligencia (Jiménez-Aleixandre & Puig, 2010, Kuhn, 1993). Según Yang & Wang (2014), los argumentos son más complejos que las explicaciones, ya que éstas últimas apuntan a describir cómo ocurren los fenómenos, mientras que los argumentos se enfocan en justificar y debatir la validez de una explicación en escrutinio. Entonces la confusión ocurre precisamente cuando algunas explicaciones pueden servir para dar fuerza o sustento a un argumento (Osborne & Patterson, 2011, 2012). En relación a esta “superposición” o “confusión” entre estas dos competencias científicas epistemológicamente relacionadas, algunos investigadores han ofrecido aclaraciones de las diferencias entre ellas (Braaten & Windschitl, 2011; Osborne & Patterson, 2011). Por ejemplo, entre los argumentos que utilizan los investigadores citados para criticar algunas propuestas de explicaciones científicas, destaca que se promueven el uso elementos propios de la estructura del argumento como son los datos y las justificaciones (Osborne & Patterson, 2011). También se menciona que los argumentos y explicaciones responden a objetivos relacionados pero distintos, por ejemplo, se plantea que el “objetivo de la explicación científica es proporcionar una descripción de las causas de ciertos acontecimientos en el mundo natural”, mientras que el objetivo del argumento es justificar una creencia a través de la utilización de datos y órdenes (Osborne & Patterson, 2011). Ante tales comentarios, hay consenso que tanto las “explicaciones como los argumentos son prácticas complementarias por el cual se construye el conocimiento” (Ogborn et al, 1998; Berland & Mcneill, 2012; Iturra et al, 2021; Sandoval & Millwood, 2005), en donde la construcción de este “conocimiento” involucra la “creación de sentido” y “persuasión” de las explicaciones científicas, lo que se alinea con las habilidades de argumentación científica, así los argumentos permiten mejorar las propias explicaciones, es decir, se conciben ambas habilidades como “complementarias y sinérgicas” (Berland & Mcneill, 2012; Berland & Reiser, 2008). Además, Sandoval & Millwood (2005) sostienen que en ocasiones existen explicaciones que también constituyen argumentos y plantean que las explicaciones científicas pueden en ocasiones estar fusionadas a algunos argumentos (Osborne & Freyberg, 1998). Es un error construir explicaciones y argumentos sin distinguir entre ellos, entendiendo que estos responden a objetivos diferentes según los niveles educativos (Labarrere, 2012; Quintanilla, 2020). Rodríguez (2004), define la argumentación como “un proceso secuencial que permite inferir conclusiones a partir de ciertas premisas.” (p.3); por tanto, implica un razonamiento de nivel superior como lo señalamos en la introducción de este artículo. La argumentación permite aplicar lo aprendido a contextos y situaciones nuevas y por otro lado integrar los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales, apuntando a uno de los problemas del aprendizaje científico escolar para una nueva ciudadanía (Montaño & Padilla, 2020). La argumentación en la clase de química contribuye a comprender la construcción del conocimiento científico en la historia de la química y valorarla como ‘conocimiento necesario de aprender’ (Quintanilla, 2014). Del mismo modo, contribuye a hacer públicos procesos cognitivos, promoviendo y desarrollando el pensamiento crítico, que colabora en una educación ciudadana responsable, capaz de participar en decisiones sociales y favorecer ideas sobre la naturaleza de las ciencias que

demuestra la complejidad de esta cultura científica. (Jiménez & Gallástegui, 2011). La argumentación como habilidad competencial puede ser investigada y enseñada, a partir del modelo argumentativo propuesto por Toulmin (1977), que considera las siguientes categorías señaladas a continuación (Tabla 1 y Figura 1).

Categoría	Descriptor
Datos (D)	Se refiere a los hechos y fenómenos que constituyen la afirmación sobre la cual se construye el texto argumentativo. En el contexto escolar, según Jiménez (1998) (Citado en Sardá y Sanmartí, 2000) hay dos tipos de datos, por el profesorado, por el libro de texto) y los <i>obtenidos</i> , bien sea de forma empírica (por ejemplo, las procedentes de un experimento de laboratorio), bien sean datos hipotéticos.
Conclusión (C)	La tesis que se establece.
Justificación (G)	Son razones (regla, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión.
Fundamentos (F)	Conocimiento básico que permite asegurar la justificación.
Calificadores modales (Q)	Aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho y son los énfasis que la justificación confiere la argumentación.
Refutadores (R)	Aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas (p. 408 – 411).

TABLA 1. Categorías propuestas por Toulmin en la construcción de argumentos.

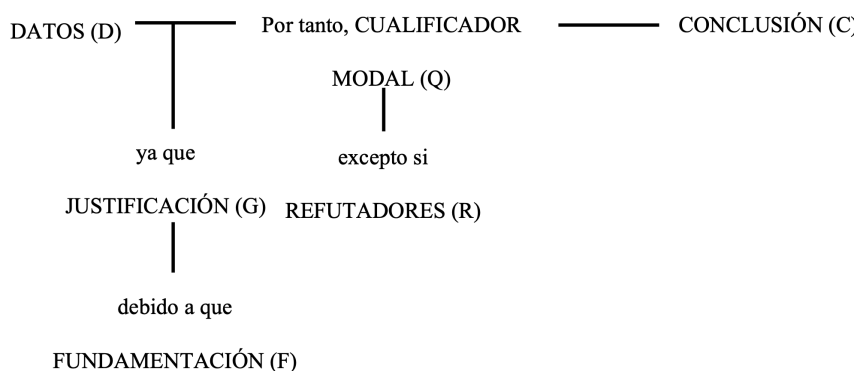


FIGURA 1: Estructura de la Argumentación de Toulmin (1977). Fuente: Sardá y Sanmartí, 2000, p. 408.

La teoría ácido-base en la enseñanza de la química escolar

En este contexto, el conocimiento de los modelos teóricos sobre ácidos y bases es relevante teniendo en cuenta la constante interacción con sustancias químicas (ácidas, básicas y neutras) en nuestro entorno tales como alimentos, productos de aseo, medicamentos, entre otros. Sumado a la frecuente alusión a estos términos, particularmente los de ácido y pH, en medios de comunicación y anuncios publicitarios. Sin embargo, el estudiantado aún presenta dificultades para clasificar los productos según este criterio, también consideran que los ácidos son dañinos, existe un pH “natural”, o que un producto con pH neutro es sinónimo de inocuo (Jiménez-Liso, et al., 2000). En tanto, al aprendizaje del pH, Kind (2004) y Cubillos et al. (2013) han reportado ideas alternativas en las cuales se caracteriza al ácido como una sustancia que come o quemas materiales, en cambio las bases no producen daño o no se conoce de ellas, es decir, la mayoría de las preconcepciones se relacionan con las sustancias ácidas más que básicas, y estas últimas siempre están pensadas en función de las primeras.

Las sustancias ácidas y básicas han sido de gran interés desde tiempos históricos, desarrollándose diversas teorías que permiten explicar este comportamiento. A nivel escolar las principales son la de Arrhenius, la protónica y la electrónica, que según Pereira (2000), a nivel didáctico, basándose en la historia de la ciencia, cumplen con 3 características que las catalogaría en buenas teorías: “ordenan y explican dominios”, “proponen problemas” y que “son prácticas, simples y funcionales”. De esta manera, es apreciable que dichas teorías apuntan al desarrollo de explicaciones y argumentaciones y no a un eje matematizado del área propuesta para el análisis.

Enseñanza de la química y temas socio científicos

Dentro de los programas curriculares oficiales propuestos y vigentes actualmente, se encuentran orientaciones sobre el foco en que debe centrarse la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, siendo lo principal lograr la alfabetización científica, la cual pretende “ir más allá de la habitual transmisión de conocimientos científicos, de incluir la naturaleza de la ciencia y la práctica científica y, sobre todo, de enfatizar las relaciones ciencia-tecnología-sociedad.” (Gil y Vilches, 2001, p.30), lo que concuerda con lo esperado a nivel internacional, como la evaluación de la prueba PISA centrada en habilidades de orden superior y enfocada en la utilización del conocimiento científico para resolución de problemas y explicación de fenómenos. Este énfasis CTS de la alfabetización científica se relaciona directamente con temas socio científicos que permite al estudiantado relacionar la ciencia con la vida cotidiana dándole sentido y relevancia a sus procesos de aprendizaje, a partir de lo cual, como señala Galagovsky (2005), es imprescindible conformar campos interdisciplinarios donde se explicita la presencia de los conceptos de química, sus tecnologías e implicancias sociales, económicas y políticas es decir, es relevante valorar la química no sólo como una disciplina específica y autónoma de las ciencias naturales, sino también vincularla a otras materias, para así motivar el pensamiento crítico del estudiantado.

Objetivo general

Evaluar el desarrollo de la habilidad cognitivo-lingüística argumentativa en estudiantes de secundaria a partir de preguntas problematizadoras sobre fenómenos ácido-base de relevancia socio científica.

Objetivos específicos

1. Identificar y caracterizar modelos argumentativos del estudiantado a partir de preguntas problematizadoras
2. Identificar diferencias, si las hubiera, entre los modelos argumentativos, según edad, sexo y nivel de dependencia socioeducativa.

Metodología e instrumentos

Se planteó un diseño descriptivo cuantitativo y flexible (Vasilachis, 2007), bajo el supuesto de que el estudio sobre la promoción y desarrollo de la argumentación en clases de química está poco explorado en Chile. Para lograr el objetivo se diseñó de manera preliminar

un *instrumento evaluativo de tipo diagnóstico* que contiene dos preguntas abiertas problematizadoras sobre los impactos de termoeléctricas en Chile, las que se plantean a los estudiantes luego de la secuencia didáctica “Ácido-Base”.

El instrumento fue aplicado a una muestra intencionada de 30 estudiantes de secundaria que asisten a clases presenciales durante el segundo semestre del 2019. 28 estudiantes tienen 17 años y solo 2, 18; 16 estudiantes son de sexo femenino y 14, masculinos. Pertenecen a 3 establecimientos educacionales, 24 de dependencia particular subvencionado (PS) y 6 de dependencia particular (P) de la ciudad de Santiago de Chile. Dos de las instituciones PS tienen un índice de vulnerabilidad (IVE)¹ del 36% al 54%, mientras que el establecimiento particular cuenta con un IVE menor al 6%. En el ámbito cognoscitivo se asume que el estudiantado adolescente comprenda las operaciones formales según Piaget, el cual se caracteriza, entre otros atributos por el “razonamiento hipotético deductivo” (RHD) el cual Wolfook (2010, p. 38), define como aquella estrategia de resolución de problemas en las operaciones formales, cuando un individuo empieza identificando todos los factores que podrían afectar un problema y, después, deduce y evalúa sistemáticamente soluciones específicas.”

Todos los estudiantes responden de forma individual el instrumento durante 20 minutos en una clase formal sobre ácido-base. Sus *producciones escritas* (respuestas) son sistematizadas y organizadas, para posteriormente reducir los datos. El criterio de esta reducción y su posterior análisis es seleccionar al azar una producción de cada pregunta en cada uno de los niveles propuestos por Toulmin (1977) permitiendo evaluar tanto el nivel de la argumentación como del aprendizaje de los conocimientos (ácidos, bases, pH).

Uno de los factores a considerar es la motivación del estudiantado y su disposición a responder un instrumento diagnóstico ‘tradicional’, que presenta una connotación socio científica e incluye una noticia que entrega los datos suministrados identificados por Jiménez (1998) los cuales permiten que el estudiantado dé inicio al aprendizaje de la estructura argumentativa propuesta por Toulmin (1977) posibilitándoles así considerar sus propios ‘puntos de vista’.

La problemática por evaluar corresponde a la *disminución de pH en los océanos provocada por un aumento en la concentración de CO₂ atmosférica producidos por las termoeléctricas*. Deben argumentar en base a la importancia del pH, en la toma de decisiones sobre si consideran pertinente construir más termoeléctricas en la región de Valparaíso (Chile). Las preguntas y sus objetivos se presentan en la tabla 2.

TABLA 2. Instrumento diagnóstico de evaluación.

Instrumento de evaluación / Objetivo de la pregunta	
P1	¿Cuál es la importancia del pH en los Océanos? Argumente su respuesta. / <i>Objetivo: Identificar el nivel argumentativo de los estudiantes relacionado al conocimiento científico ácido-base.</i>
P2	Argumente su postura frente a la viabilidad de que la empresa AES Gener, construya mas centrales termoeléctricas en dicha región. / <i>Objetivo: Identificar le nivel argumentativo de los estudiantes en una situación contextualizada.</i>

Resultados obtenidos

Se obtuvieron 60 producciones estudiantiles (respuestas), a partir de las 2 preguntas formuladas en la clase de química, las cuales se organizaron y sistematizaron por colegio,

¹Indicador que establece la vulnerabilidad según condiciones de pobreza y riesgo al fracaso escolar; establecido por el gobierno de Chile.

sexo y edad. Para el análisis de los escritos del estudiantado con base en la estructura argumentativa de Toulmin (1977), se utilizan los niveles propuestos por Tamayo (2011) para clasificar las respuestas entregadas en cada pregunta (Tabla 3).

TABLA 3. Niveles de Argumentación. Tamayo, 2011, p. 218.

Niveles Argumentativo	
N1	Comprende los argumentos que son una descripción de la vivencia. Se puede presentar una contrademanda o una manifestación contraria a lo expuesto.
N2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
N3	Comprende argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data) y justificación.
N4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de calificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing)
N5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

Del conjunto de 60 producciones, se decide analizar el 10% (6 de ellas), seleccionadas intencionalmente al azar de la muestra original, y consignando que al menos una dejara en evidencia los llamados ‘niveles argumentativos’ planteados por Tamayo (2011). Es preciso señalar, que no se obtuvieron resultados en nivel 5 en ninguna de las dos preguntas, ni en el nivel 4 de la pregunta 2. (Tabla 4)

Nivel	Pregunta 1	Pregunta 2
N1	La variable pH en los océanos afecta a las especies que habitan esta superficie en la cual los animales son muy susceptibles al cambio lo cual hace entrar en colapso y fallecer. (Estudiante 1)	Estoy en contra ya que debería haber un control y preocupación por parte del estado en la preservación de los ecosistemas. (Estudiante 5)
N2	La importancia de los valores de pH en los océanos radica en que la acidez puede provocar severos daños en las comunidades marinas, por ende, se debe respetar mantener un pH neutro en donde se conserven las vidas marinas y sus propiedades. (Estudiante 2)	Creo que no es correcto y tampoco consiente que la empresa AES Gener siga construyendo centrales termoeléctricas en esa región, ya que esta produce cambios químicos descontrolados los cuales producen que el pH de los océanos se “desequilibra” y por tanto genera muerte de las especies, y no solo marinas, porque estas empresas producen emisiones de CO ₂ que afectan al aire en sí, por tanto, a las especies terrestres también se ven afectadas. (Estudiante 6)
N3	Que el pH sea variable en los océanos afecta a las especies que habitan en él, al acidificar el agua pueden morir todo tipo de organismos y es muy importante que esto no suceda para conservar la vida, por esto es bueno que se mantenga un pH estable y no uno que este cambiando a punto de matar a los seres vivos del océano. (Estudiante 3)	Si bien, es altamente perjudicial que se construya mas centrales en la región y el mundo, no podemos ignorar la necesidad eléctrica de Chile, frente al rechazo de centrales hidroeléctricas, debemos buscar alternativas, fuentes renovables no pueden hacer “toda la pega”, necesitamos una base actualmente hidro y termoeléctrica. Está última debe ser remplazada ya sea hidro, geotérmica o la opción mas limpia, pero que todos le tenemos miedo: nuclear. (Estudiante 4)

TABLA 4. Producciones del estudiantado.

N4	Como bien sabemos el pH del agua de los océanos oscila entre los valores 7.5 a 8.4, pero gracias a los altos niveles de CO ₂ presentes en el ambiente los mares comienzan a tornarse cada vez mas ácidos provocando un desconcierto de la flora y fauna del medio ambiente marítimo. Si bien hoy en día podemos observar mucha diversidad en los mares, esto podría cambiar con el paso de los años o meses, debido a que gran parte de las especies no están adecuadas a estar en presencia de niveles ácidos del agua por ende se producirá una extensión masiva, trayendo consigo la muerte en cadena de depredadores por falta de alimento. (Estudiante 4)	No se obtuvo respuesta por parte de los estudiantes diagnosticados en este nivel de argumentación.
N5	No se obtuvo respuesta por parte de los estudiantes diagnosticados en este nivel de argumentación.	No se obtuvo respuesta por parte de los estudiantes diagnosticados en este nivel de argumentación.

Análisis y evaluación de los resultados

A partir del análisis de los datos, es posible identificar en estas producciones que en los niveles inferiores, el *estudiantado expresa vivencias y opiniones*, sin hacer referencia explícita a los datos entregados, o a la construcción de argumentos y contraargumentos sobre los conceptos de ácido-base. Como ejemplo: *Estoy en contra ya que debería haber un control y preocupación por parte del estado en la preservación de los ecosistemas.* (Estudiante 5)

En base a la propuesta de Tamayo (2011) es posible evaluar y clasificar las 60 preguntas, para lo cual se construyó una tabla de frecuencia absoluta y relativa de cada nivel en cada pregunta del instrumento diagnóstico (Tabla 5).

Pregunta 1					Pregunta 2				
xi	fi	Fi	hi	Hi	xi	fi	Fi	hi	Hi
N1	7	7	0,23	0,23	N1	11	11	0,37	0,37
N2	15	22	0,50	0,73	N2	14	25	0,47	0,83
N3	7	29	0,23	0,97	N3	5	30	0,17	1,00
N4	1	30	0,03	1,00	N4	0	30	0,00	1,00
N5	0	30	0,00	1,00	N5	0	30	0,00	1,00
Total	30		1,00		Total	30		1,00	

TABLA 5. Tabla de frecuencia para las preguntas 1 y 2

En la pregunta 1 la mayoría de los estudiantes están en el **nivel 2**, sin aplicar siempre conocimiento científico de ácido-base en sus argumentos. En la pregunta 2 también se identifica una mayor frecuencia en el **nivel 2** basándose en sus experiencias y vivencias. Los resultados fueron graficados, distribuyéndose los datos como se presentan a en la Figura 2.

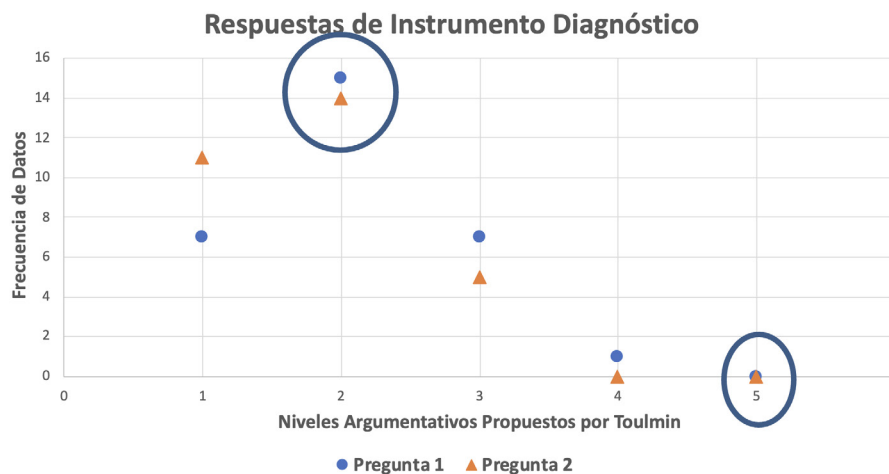


FIGURA 2: Distribución de resultados en relación con los niveles argumentativos en cada pregunta.

Posteriormente se aplicó un Análisis de Correspondencias Múltiple mediante el uso del software spss (versión 23), lo que permite identificar el *nivel de aplicabilidad de cada producción argumentativa del estudiantado y, sobre ella describir el patrón de respuesta predominante en el grupo de estudio* (Abascal & Grande, 1989). Sobre cada observación contenida en las dos preguntas focales y, las variables demográficas de la muestra, se obtiene la Figura 3 con un aporte superior al 20% en cada dimensión (las líneas vertical y horizontal definen los límites mínimos por eje), indicando que todas las variables realizan un aporte sustancial y único respecto al fenómeno de estudio. Para comprender mejor el diagrama, utilizamos la notación científica: Preguntas 1 (**P1**) y Pregunta 2 (**P2**).

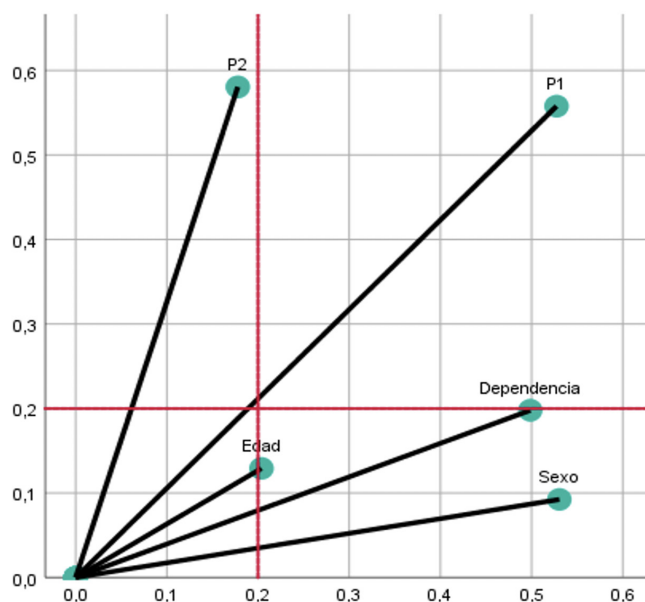


FIGURA 3: Medidas discriminantes entre variables.

La Tabla 6, muestra un alfa de Cronbach para cada componente o dimensión de nivel medio (componente 2) o alto (componente 1), indicando que la correlación entre las variables *es considerable*. Así mismo, se encontró un porcentaje de varianza suficiente para estudios sociodemográficos, siendo de 38,76 para el componente 1 y 31,15 para el componente 2. Este por lo general suele ser del 25% según Abascal & Grande (1989).

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza contabilizada para Total (autovalor)	Inercia	% de varianza
1	0,605	1,938	0,388	38,761
2	0,447	1,558	0,312	31,153
Total		3,496	0,699	
Media	0,535	1,748	0,350	34,957

TABLA 6. Alfa de Cronbach y % de varianza por componente o dimensión

Considerando que las variables se correlacionan y recogen una cantidad suficiente de información para explicar el fenómeno bajo estudio, es posible representarlas a partir de las categorías propias de cada una (Sexo: M y F; Edad: 17 y 18; Dependencia: P y PS; P1 y P2 con niveles N1, N2, N3 y N4), particularmente las frecuencias por cada modalidad, obteniendo así la Figura 4. Al respecto es posible identificar dos perfiles que se aprecian a continuación.

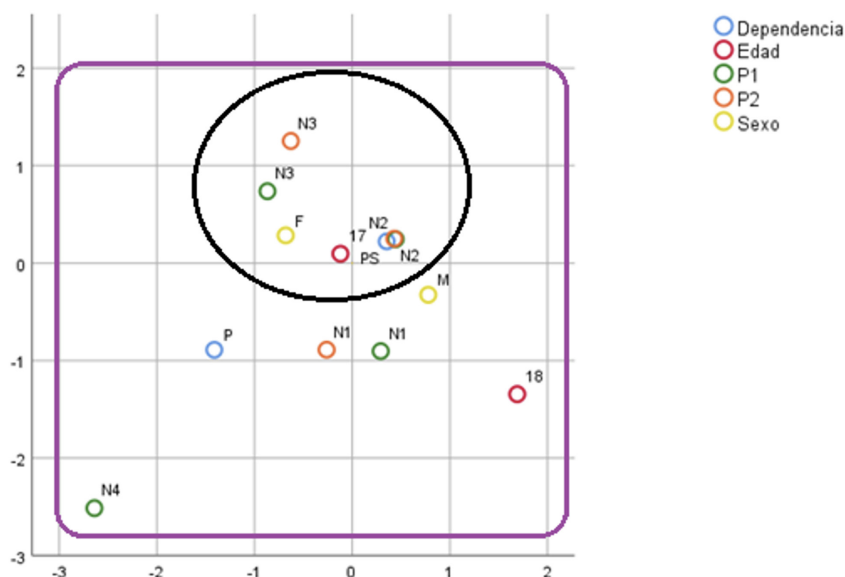


FIGURA 4: Respuestas frecuenciales por variables.

En el diagrama anterior, se observan dos grupos; en el espacio mayor, sobresalen estudiantes M, de 18 años, dependencia P, con N1 y N4 (Meroni, Copello & Paredes, 2015) para P1, N1 para P2. Como es posible observar en la Figura 4 *sólo se logra categorizar una producción en el nivel 4*, nivel más alto obtenido, el cual se encuentra en el grupo ya descrito, mientras que el resto de las producciones argumentativas se encuentran en el

nivel inferior. Esto se debería a que los estudiantes al pertenecer a una institución privada reciben la mayoría de las veces, una enseñanza tradicional de las ciencias (dogmática, algorítmica, escasamente discursiva y competencial) que reduce la promoción y el desarrollo intencionado de estas habilidades. Así mismo, no es frecuente un trabajo interdisciplinar permanente con otras asignaturas tales como Lenguaje y Comunicación; Ciencias Sociales; Filosofía e Historia, en las cuales se estimula con mayor énfasis la construcción de textos argumentativos.

El círculo, destaca estudiantes F, de 17 años, dependencia PS, con N2 y N3 (Meroni, 2015) tanto para P1 como para P2. En estos niveles es donde se logró categorizar la mayor frecuencia de textos argumentativos y una mayor cantidad de respuestas en los niveles más altos obtenidos, discriminando el único texto argumentativo que alcanzó el N4. Lo que se explicaría a partir del contexto social que viven los estudiantes de establecimientos PS. A diferencia del grupo que se destaca de manera dispersa fuera del círculo la vulnerabilidad de estos estudiantes es mayor, por ende, suelen estar inmersos en situaciones de experiencias distintas que estimula a generar argumentos y contraargumentos para defender sus contextos socioculturales, lo que promueve desde sus subjetividades poner en práctica estas habilidades fuera de los establecimientos favoreciendo así su desarrollo.

Conclusiones

Podemos concluir, en términos generales y con las limitaciones propias de este estudio exploratorio, que los estudiantes desarrollan diferentes modelos argumentativos cuando se enfrentan a las mismas preguntas problematizadoras sobre temas ácido-base de carácter socio científico, en contextos educativos diferentes (P y PS). Observamos de manera indirecta y acaso incompleta, la influencia emergente de una variable social y cultural que se ve reflejada en los diferentes “niveles”, ya que la gran mayoría del estudiantado ($n = 30$) alcanza N2 para ambas preguntas; sólo un estudiante alcanza N4 y ninguno N5. Nos hace suponer, que el estudiantado de la institución privada está orientado por un aprendizaje y una visión tradicional de las ciencias y su enseñanza, sin favorecer intencionadamente la promoción y desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas. El estudiantado que aprende química en ambientes vulnerables o con limitaciones educativas de diferente naturaleza, además de sus vivencias cotidianas, está más vinculado con el mundo real, lo que les permitiría interpretar los problemas socio científicos asociados a la química con estos lenguajes.

Además, según las diferentes orientaciones curriculares de la enseñanza de la química en los tres establecimientos, se favorece un trabajo interdisciplinario con matices, que articula la química con otras áreas del conocimiento, promoviendo diferentes habilidades cognitivos-lingüísticas. Dentro de los proyectos educativos propios de los establecimientos en los que se aplicó esta experiencia educativa, se comienza a orientar un nuevo currículo oficial del Ministerio de Educación de Chile denominado “Ciencias para la Ciudadanía” cuya finalidad central es favorecer en el estudiantado una nueva mirada de la química escolar, conectada con el mundo real y los problemas socio científicos de los que se hace parte una nueva enseñanza científica, un tema que nos interesa seguir investigando.

Agradecimientos

Este producto científico, sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del Proyecto Puente-UC 2021 que dirige el tercer Quintanilla. A la Dra. Mónica Antilén, presidenta de la Asociación Chilena de la Ciencia del Suelo, por sus orientaciones disciplinares en el desarrollo del instrumento diagnóstico. Finalmente, a Miguel Manzanilla quien nos colaboró en el análisis de los datos.

Referencias

- Abascal, E., & Grande, I. (1989). Métodos multivariantes para la investigación comercial. Ariel, Barcelona.
- Abrams, E., & Southerland, S. (2001). The how's and why's of biological change: How learners neglect physical mechanisms in their search for meaning. *International Journal of Science Education*, 23(12), 1271–1281
- Berland, L., & McNeill, K. (2012). For Whom Is Argument and Explanation a Necessary Distinction? A Response to Osborne and Patterson. *Science Education*, 96, 808–813.
- Berland, L., & Reiser, B. (2008). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education*, 93, 26–55.
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science education*, 95(4), 639–669.
- Camacho, J. & Quintanilla, M. (2008) *Enseñar a argumentar en la clase de química*. Actas del VIII Congreso de Historia y Filosofía de la Ciencia del Cono Sur, Montevideo, Uruguay. Publicación FONDECYT 1070795
- Cubillos, M., De la Fuente, R., Manrique, F. & Quintanilla, (2013). Estudio del concepto de pH a través de ácidos y bases en la vida cotidiana En M. Quintanilla (Comp.), *Unidades didácticas en ciencias naturales. Su contribución al desarrollo de competencia de pensamiento científico en segundo ciclo básico*, vol. 7 (89-112). Santiago de Chile, Chile: Editorial Bellaterra.
- Erduran, S. & Jimenez Aleixandre, M.P. (2008) *Argumentation in Science Education. perspectives from clasrroom-based research*. Dordrecht.Springer.
- Galagovsky, Lydia R. La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, ¿cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, vol. 4, núm. 1, mayo, 2005, pp. 8-22 Universidad de Buenos Aires Buenos Aires, Argentina
- Gil, D. y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: Obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37
- Iturra, M., Mallea, J. Quintanilla, Chen Yo-Ying & Herrera A (2021). Explicaciones escolares respecto al concepto reactivo limitante. *Educación Química* 32,(4). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78128>
- Jiménez, M. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 203-216.

- Jiménez Liso, M.; De Manuel, E.; González, F.; Salinas, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 451-461.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Gallástegui, J. R. (2011). Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en física y química. *Didáctica de la Física y Química*. Barcelona: GRAÓ, cap, 6, 121-139.
- Jiménez Aleixandre & Puig, B. (2010) Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique*, Grao. Barcelona. 63,11-18.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias: Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Santillana
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Labarrere, A. (2012). La solución de problemas, eje del desarrollo del pensamiento y las Competencias del Pensamiento Científico de los estudiantes en matemática y ciencias experimentales. En F. Angulo, L. Díaz, C. Joglar, A. Joglar, E. Ranaval & M. Quintanilla (Eds.), *Las Competencias del Pensamiento Científico desde 'las voces' del aula* (pp. 47-82). Santiago, Chile: Editorial Bellaterra.
- Montaño Hilario, J. M., & Padilla Martínez, K. (2020). Implementación y evaluación de la habilidad de argumentación en las clases de química del bachillerato. *Educación Química*, 31(2), 51-68. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.2.69287>
- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? *Science Education*, 95, 627-638.
- Osborne, J., & Patterson, A. (2012). Authors' response to "For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson" by Berland and McNeill. *Science Education*, 96(5), 814-817.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I & Mcgillicuddy, K., (1998). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria*. Aula XXI, Santillana, Madrid.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1998). *El aprendizaje de las ciencias. Influencias de las ideas previas de los alumnos*. Madrid: Narcea.
- Meroni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26(4), 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Pereira, A. (2000). O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século xx. *Química Nova*. 23(1). 126-133.
- Quintanilla, M. (2020). El lenguaje como problema y oportunidad de desarrollo del pensamiento científico. Aprender a leer el mundo a través de la ciencia. En G. Cabrera (Ed.), *Promoción y desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas. Aportes de teoría y campo desde la didáctica de las ciencias experimentales*, (pp. 49-74). Colombia: Ediciones Universidad del Valle.

- Quintanilla, M. (2014) *Las Competencias de Pensamiento Científico desde las emociones, sonidos y voces del aula*. Santiago, Chile: Editorial Bellaterra.
- Quintanilla, M. (2012) Investigar y evaluar competencias de pensamiento crítico (CPC) en el aula de secundaria. *Alambique*, 70,66-74
- Rodríguez, L. (2004), El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*. 5(1). 1-18. <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/art2.htm>
- Sandoval, W. A, & Millwood, K. A. (2005). The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23–55.
- Sardá Jorge, A., & Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 21-25. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21883>
- Tamayo, O., (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*. 9(17). pp. 211- 223
- Toulmin, S., (1977) *La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*, Alianza Editorial, Madrid.
- Yang, H.-T., & Wang, K.-H. (2014). A Teaching Model for Scaffolding 4th Grade Students' Scientific Explanation Writing. *Research in Science Education*, 44(4).
- Vasilachis, I. (2007). El aporte de la epistemología del sujeto conocido al estudio cualitativo de las situaciones de pobreza, de la identidad y de las representaciones sociales. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*. 8(3), pp. 1 - 22
- Woolfook (2010) *Psicología Educativa*. México: Pearson.