

La argumentación en las clases de química de secundaria: una experiencia de caso

Argumentation in Secondary School Chemistry Classes: A Case Study Experience

Roberto Correa Tello¹ y Kira Padilla Martínez²

Resumen

Las habilidades de pensamiento científico son fundamentales para la comprensión de las ciencias, ya que éstas permiten a los estudiantes resolver situaciones problemáticas. En este artículo se buscó desarrollar la habilidad de argumentación en alumnos de secundaria de la asignatura de Ciencias III (Química), debido a que esta práctica posibilita desarrollar la comunicación oral y escrita, además favorece procesos de pensamiento de alto nivel, ya que es necesario construir explicaciones razonadas sobre un fenómeno. Se diseñaron actividades experimentales y de comprensión lectora, que les faciliten identificar los elementos que constituyen un argumento de acuerdo con la rejilla de argumentación de Toulmin. Los resultados muestran que a los estudiantes se les dificulta la práctica argumentativa porque presentan deficiencias en la disciplina, pero también, y es un aspecto muy importante, los alumnos tienen muchas dificultades en las prácticas de lecto-escritura lo que necesariamente impacta en sus habilidades de argumentación. La argumentación es una actividad compleja que necesita ser desarrollada desde edades tempranas.

Palabras clave: argumentación, indagación científica, rejilla de argumentación de Toulmin, SEP, secundaria, química.

Abstract

Scientific thinking skills are fundamental for scientific understanding, allowing students to solve problems. This article sought to develop the practice of argumentation in secondary school students related to Science III (Chemistry). This practice makes it possible to develop oral and written communication; it also allows high-level thought processes since it is necessary to build reasoned explanations about a phenomenon. Experimental and reading comprehension activities were designed to help them identify the elements that constitute an argument according to Toulmin's argumentation diagram. The results show that students need more discipline and reading comprehension skills to practice argumentation. Argumentation is a complex activity that teachers need to develop from an early age.

Keywords : argumentation, scientific inquiry, Toulmin's argumentation diagram, SEP, secondary school, chemistry.

CÓMO CITAR:

Correa Tello, R., y Padilla Martínez, K. (2025, enero-marzo). La argumentación en las clases de química de secundaria: una experiencia de caso. *Educación Química*, 36(1). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2025.1.88811>

¹ Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Azcapotzalco, México.

² Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Introducción

El desarrollo de habilidades de pensamiento científico (HPC) es fundamental para adquirir una mejor comprensión de la ciencia desde niveles básicos. Dichas habilidades se centran en que los estudiantes piensen de forma científica, desarrollen habilidades para la solución de problemas, generen pensamiento específico de la disciplina, entre otros. Entre dichas habilidades de pensamiento científico resaltan el modelaje y la argumentación, aunque no se puede dejar de lado otras como el pensamiento matemático, el planteamiento de preguntas, el diseño y puesta en práctica de proyectos experimentales, etc. La pregunta, que muchos se hacen es ¿cuándo es conveniente iniciar con el desarrollo de las HPC? La respuesta es: mientras más pronto mejor. Diversos estudios han mostrado que es mucho más fácil desarrollar estas habilidades cuanto más jóvenes son los discentes (Zimmerman, 2007). Es por ello que la recomendación es iniciar desde el pre-escolar y mantener el enfoque de enseñanza durante toda la formación básica y media.

En este sentido se vuelve fundamental que los planes y programas de estudio reflejen la necesidad de desarrollar las HPC desde los niveles básicos de estudio. Un ejemplo claro son los planes y programas de estudio de Estados Unidos, en donde se ha hecho énfasis en el desarrollo de las prácticas científicas e ingenieriles, así como los conocimientos transversales, los cuales deben ser desarrollados a la par que los contenidos disciplinares (Valera y Padilla, 2022).

Los enfoques en la enseñanza de las ciencias a nivel secundaria

En México, los planes y programas de estudio de educación básica, desde la reforma del 2006 hasta la actual Nueva Escuela Mexicana, indican que al finalizar la educación secundaria, los estudiantes deben poder argumentar. En el programa del 2006, que se caracterizó por fomentar las competencias para la vida, se indica que:

Competencias para el manejo de la información: Se relacionan con: la búsqueda, evaluación y sistematización de información; el pensar, reflexionar, **argumentar y expresar juicios críticos**; analizar, sintetizar y utilizar información; el conocimiento y manejo de distintas lógicas de construcción del conocimiento en diversas disciplinas y en los distintos ámbitos culturales (SEP, 2006, p.11).

Por otro lado, aunque los planes y programas de estudio del 2011 también presentan un enfoque general de competencias para la vida; los planes de estudio de ciencias son más específicos y plantean un enfoque de enseñanza basado en la indagación científica, de tal forma que se busca promover la argumentación desde dos aspectos: i) el papel del alumno, en donde se indica que los alumnos deberán, entre muchas habilidades, “*Argumentar con evidencias sus explicaciones y analizar sus ideas de forma sistemática*” (SEP, 2011, p.23). De igual forma, en relación con las competencias para la formación científica básica se indica “...podrán diseñar y realizar proyectos. Experimentos e investigaciones, así como argumentar utilizando términos científicos de manera adecuada y fuentes de información confiables, en diversos contextos y situaciones para desarrollar nuevos conocimientos” (SEP, 2011, p.27).

En la reforma del 2023, la llamada Nueva Escuela Mexicana, indica que una de las finalidades del campo “saberes y pensamiento científico” es que los estudiantes adquieran y desarrollen:

la comprensión para explicar procesos y fenómenos naturales en su relación con lo social, los cuales ocurren en el mundo con base en los saberes y el pensamiento científico por medio de indagación, interpretación, experimentación, sistematización, representación con modelos y argumentación de tales fenómenos (SEP, 2022, p.396).

Sin embargo, en los documentos *Un libro sin recetas para la maestra y el maestro. Fase 6* (SEPa, 2023) y *Saberes y pensamiento científico, tercer grado* (SEPb, 2023) no hay un enfoque específico orientado al proceso de indagación científica. El segundo, en particular, parece más un libro de recetas y de memorización de conceptos, por lo que no se observa ningún elemento que promueva habilidades de pensamiento científico, y mucho menos la argumentación. Así pues, el desarrollo de dichas habilidades dependerá de la forma en que los docentes diseñen su práctica cotidiana, lo que implica que deberán tener una muy buena formación, tanto en la disciplina como en su didáctica.

Otro aspecto importante es la formación del profesorado en una pedagogía explícita basada en la argumentación, el modelaje y el desarrollo de actividades experimentales. Diversos estudios muestran un impacto positivo en la autoeficacia percibida en profesores en formación cuando diseñan secuencias haciendo uso de la argumentación. Diversos estudios realizados en profesores en formación destacan la necesidad de que los programas de formación docente proporcionen una enseñanza más explícita de la argumentación, que permita desarrollar habilidades argumentativas desde la disciplina (Ogan-Bekiroglu et al. 2013, Zhao et al. (2023).

La argumentación como herramienta del aprendizaje

Dentro del contexto de la Nueva Escuela Mexicana, donde se busca desarrollar las habilidades comunicativas de los estudiantes, se vuelve indispensable desarrollarlas en el aula, especialmente en las aulas de ciencias. Osborne (2009) y De la Chausse (2009) así como muchos otros autores, remarcan la idea de que la argumentación es un proceso de pensamiento de alto nivel, ya que implica generar explicaciones razonadas sobre un determinado fenómeno. Reiser et al (2012) y Falk y Brodsky (2014) manifiestan la necesidad de construir explicaciones y argumentaciones en el aula, porque son “prácticas” codependientes. Además, consideran que el término prácticas implica el desarrollo del conocimiento y la habilidad al mismo tiempo; es decir “las prácticas involucran, el hacer el trabajo de construir conocimiento científico y la comprensión de porqué se construye, se prueba, se evalúa y se refina el conocimiento” (Reiser et al. 2012, p.35). Otro elemento importante es que el proceso de argumentación también implica fomentar tanto el razonamiento inductivo, como deductivo, ambos usados para generar razonamiento científico.

Hefter et al. (2018) dicen que, de acuerdo a su revisión, de la literatura existen dos formas de “ver” la argumentación en el aula: la primera es a la que denominan “argumentar para aprender”, la cual es vista como una herramienta que le permite a los estudiantes construir conocimientos, y por lo tanto mejorar la comprensión de los contenidos estudiados; la segunda es la que denominan “aprender a argumentar” en donde se procura fomentar una estructura argumentativa y se pide a los estudiantes que generen y evalúen argumentos. Sin embargo, no son perspectivas independientes, ya que pueden ligarse entre ellas. De hecho, en este artículo se les enseña a los estudiantes a argumentar, pero se evalúa si los argumentos generados por los estudiantes muestran ciertos niveles de aprendizaje.

Falk y Brosky (2014), así como otros autores, señalan la necesidad de responder a cuestionamientos en la enseñanza de las ciencias. Por ello, indican que una afirmación es una propuesta a una pregunta planteada, la evidencia es la información usada en un argumento, y que apoya a la afirmación. Sin embargo, dicen, la evidencia debe tener dos características importantes: deben ser descripciones del mundo natural (tanto empíricas como inferidas), y debe ser confiable, es decir debe provenir de una fuente segura.

En la literatura (Chen, et al., 2018; Walker et al. 2012) queda evidente que la mejor forma de promover la argumentación en la enseñanza de las ciencias es a través de procesos de indagación. En este sentido se sugiere promover el cuestionamiento, así como el desarrollo de experimentos o procesos de modelaje. También se busca promover la argumentación desde diferentes formas, como el debate y/o las rejillas de argumentación de Toulmin. Este último el más usado por docentes de educación básica y media, ya que les permite a los estudiantes reconocer los componentes del argumento, y también permite ir escalando en dificultad dependiendo de cómo se vaya avanzando en los niveles de argumentación. Es importante señalar que muchos autores indican que el desarrollo de la práctica de argumentación requiere de tiempo y mucha dedicación, ya que se ha visto que se debe fomentar durante el ciclo escolar, y no sólo pensarla como actividades aisladas (Chen et al, 2012, Jimenez et al, 2009, Reiser et al., 2012).

La rejilla de argumentación de Toulmin consta de seis componentes principales (Jimenez et al. 2009):

- La conclusión, el enunciado que se pretende probar o refutar y que dependen de los datos.
- Los datos (pruebas o premisas), es la fuente de evidencia que permite generar la conclusión, es decir observación, hecho o experimento.
- La justificación o garantía, es el enunciado que permite relacionar los datos con la conclusión a través de una explicación fundamentada.
- El sustento (conocimiento básico), respalda de justificación a través del conocimiento teórico.
- La refutación, es el reconocimiento de cuándo la conclusión no es válida.
- Los calificadores modales, expresan el grado de certeza o incertidumbre del argumento.

Un aspecto importante que debemos considerar es el desarrollo el pensamiento argumentativo, es decir, qué tanto se fomenta en los estudiantes el “argumentar para aprender” a partir del “aprender a argumentar”. En este sentido Kuhn (1993) plantea que los seres humanos debemos desarrollar ciertas habilidades cognitivas, las cuales están completamente relacionadas con el diagrama de argumentación de Toulmin. Estas habilidades cognitivas son: i) reconocer a dos afirmaciones opuestas, ii) encontrar evidencia que apoye o refute cada afirmación planteada, en este sentido, iii) sopesar la evidencia de apoyo o refutación desde una perspectiva integrativa en relación con la evaluación de los méritos relativos de dichas posturas. En este sentido la RAT parte de una premisa o afirmación con la cual el estudiante puede o no estar de acuerdo, y a partir de ahí genera una conclusión. Esta debe estar sustentada a partir de la garantía y el sustento, pero también se debe proponer una refutación posible.

En este trabajo se optó por el uso de la Rejilla de Argumentación de Toulmin (RAT) en la fase más simple, es decir el que incluye los datos, la conclusión y la garantía. Debido a que en el grupo de secundaria en el que se implementó nunca habían trabajado con esta herramienta, así como se le había hecho un acercamiento a la argumentación, a pesar de que el plan curricular lo indicaba. Es decir, nos enfocamos en un nivel de pensamiento argumentativo básico, donde el estudiante debe poder plantear una conclusión, y la evidencia que permite relacionar su afirmación con la conclusión. Otro elemento importante que se implementó fue la evaluación del RAT a través de una rúbrica, como se describe en la metodología, lo que permitió identificar el avance en el nivel de argumentación de los estudiantes. Así pues, nuestra pregunta de investigación es: ¿qué nivel de argumentación es posible que los estudiantes de secundaria, que cursan Ciencias 3, química, pueden desarrollar cuando se van implementando diferentes actividades que buscan su desarrollo?

Metodología

Este trabajo se llevó a cabo en la Escuela Secundaria Diurna N° 101 Ludwing Van Bethoven, en un grupo de tercer año con 38 alumnos que cursaban la asignatura de Ciencias III (Química), con edades entre los 14 y 15 años, durante el ciclo escolar 2016-2017, en un periodo de tres meses.

Las actividades fueron planificadas y desarrolladas tanto por el profesor titular del grupo, como por el profesor que llevó a cabo la intervención. Esto con la intención de desarrollar la habilidad de argumentación en los estudiantes. Además, el docente titular impartió la disciplina con un enfoque de enseñanza tradicional, por lo que dependiendo de la planeación que fuera desarrollando se iban planificando las actividades para desarrollar la argumentación. En la tabla 1 se muestran las tareas desarrolladas durante la intervención, tipo de actividad, quién propuso el trabajo y la evidencia obtenida.

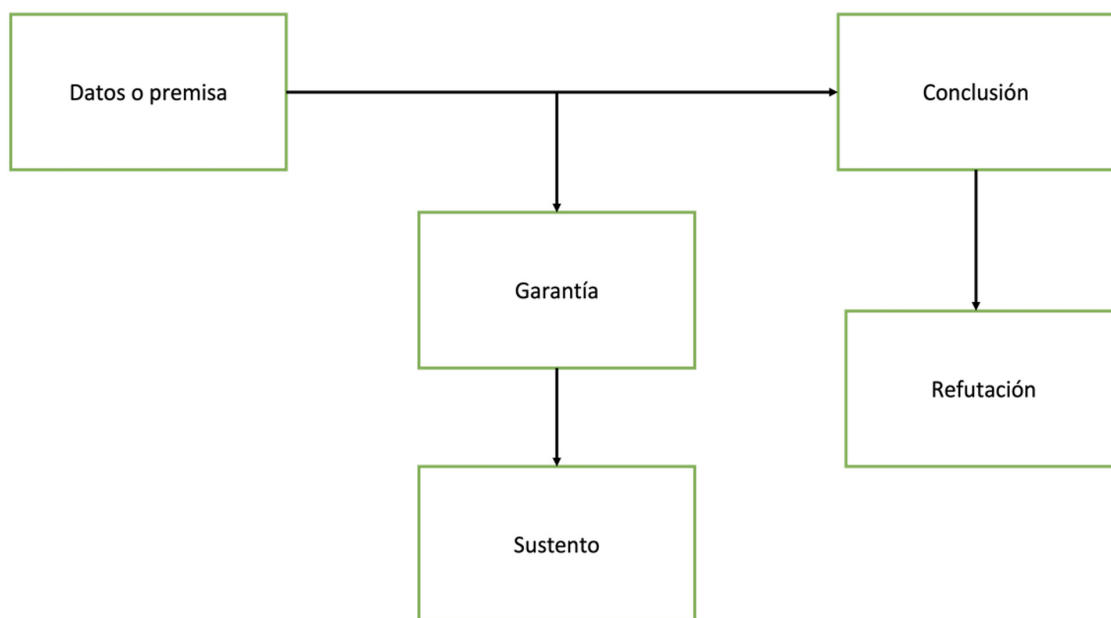


FIGURA 1. Rejilla de argumentación de Toulmin (RAT).

Actividad	Tipo de actividad	Responsable de la actividad propuesta	Evidencia
Actividad 1. Presentación de la rejilla de Toulmin	Clase	Profesor Novel	Respuestas a las preguntas y rejilla de argumentación
Actividad 2. ¿Qué tipo de reacciones suceden en la cocina? (Aclaración de dudas sobre elementos de la rejilla)	Sesión experimental	Profesor titular	No hay evidencia escrita
Actividad 3. ¿Cómo hacer una pila eléctrica con cítricos?	Sesión experimental	Profesor Novel	Rejilla de argumentación
Actividad 4. Reacciones Redox	Sesión experimental	Profesor Novel	Rejilla de argumentación
Actividad 5. Factores que afectan la velocidad de reacción	Sesión experimental	Profesor titular	Rejilla de argumentación
Actividad 6. 101 años del electrón	Clase	Profesor Novel	Respuestas a las preguntas y rejilla de argumentación
Actividad 7. Debate sobre energías	Trabajo en equipos	Profesor titular	No hay evidencia escrita

TABLA 1. Actividades aplicadas y evidencias obtenidas.

Descripción de las actividades

La primera actividad tenía el objetivo de familiarizar al estudiante con la rejilla de argumentación. Para ello se realizaron dos rejillas una sobre un tema de la clase y la segunda de algún tema que cobrara relevancia para ellos. Las actividades 2,3,4 y 5, se llevaron a cabo de forma experimental, y tenían como finalidad que los estudiantes identificaran las observaciones realizadas en el laboratorio como sus datos, retomaran lo visto en las sesiones teóricas e identificar la garantía y emitir una conclusión.

En la actividad 6, se entregó una lectura junto con una guía de preguntas con la finalidad de acompañarlos en el proceso de construcción de la rejilla de argumentación. En la última actividad (7), se organizó un debate sobre la importancia de las diferentes fuentes para generar energía eléctrica, con la intención que los alumnos construyeran argumentos y los verbalizaran frente al grupo, dado que no se colectó evidencia escrita no se incluirán los resultados de ésta en este documento.

Evaluación de la rejilla

Con el objetivo de evaluar la capacidad de argumentativa de los alumnos se desarrolló un instrumento que permite establecer el nivel de argumentación para cada una de las actividades propuestas. La rúbrica se ajustó al modelo de argumentación propuesto por Toulmin; cada uno de los rubros está de acuerdo con los elementos que este autor establece para emitir un argumento. En la tabla 2 se muestra la rúbrica utilizada para evaluar la evidencia obtenida en cada una de las actividades propuestas.

Relaciones de evaluación	Nivel 0 (0 Puntos)	Nivel 1 (1 Punto)	Nivel 2 (2 Puntos)
Datos-Conclusión	No hay relación entre ellos.	Los alumnos confunden los datos con la conclusión.	La conclusión es congruente con respecto a los datos.
Garantía-Conclusión	No hay relación entre ellos.	Los alumnos confunden los datos con la conclusión.	La garantía sustenta claramente la conclusión.
Datos-Garantía-Conclusión	No hay relación entre ellos.	Los alumnos confunden los datos con la conclusión.	Se identifican los datos y establece una garantía que fundamenta su conclusión.
Garantía-Antecedentes	No hay relación entre ellos.	No se toma en cuenta los antecedentes como elementos de la garantía.	Se consideran los antecedentes como base de la justificación.
Conclusión-Refutación	No hay relación entre ellos.	Se considera la conclusión como un hecho que no se puede refutar.	Se elaboran argumentos lógicos que ponen en duda la conclusión.

TABLA 2. Rubrica de evaluación de argumentación.

Resultados

A partir de información recabada de la implementación de las actividades, se determinó categorizarlas en dos rubros: i) comprensión de lectura y ii) actividades experimentales. De esta forma se presentarán los resultados. Se clasificó en estos términos ya que las actividades 1 y 6 se apoyaban de la habilidad de lecto-escritura para llevar a cabo la tarea asignada, mediante la identificación de elementos en el texto o apuntes, para posteriormente ser usados en la construcción de la rejilla de argumentación. Por otro lado, las actividades 3, 4 y 5 involucraban llevar a cabo una experimentación ya fuera por los alumnos o el docente, mediante una experiencia de cátedra; con el objetivo de identificar las observaciones realizadas por los estudiantes como los datos de la rejilla, con esta información generar un argumento.

Comprensión Lectora

Para este rubro se diseñaron dos tareas: la presentación de la rejilla de Toulmin y la lectura de 101 años del electrón. Ambas actividades tenían la finalidad, que los estudiantes, a partir de sus apuntes o de un texto, identificaran los elementos de la rejilla y con esta información estructurarán un argumento, haciendo uso del modelo propuesto por Toulmin.

La primera actividad propuesta consistió en la resolución de la pregunta “¿qué entiendes por reacción química?”, en este primer acercamiento se buscaba que los estudiantes identificaran los elementos de la rejilla, para poder ser evaluadas las relaciones datos-conclusión, conclusión-garantía y datos-garantía-conclusión, mediante la rúbrica presentada en la tabla 2.

En la figura 2, se presenta un ejemplo de lo construido por los estudiantes a partir de la pregunta “¿qué entiendes por reacción química”. Se observa, que en la conclusión se escriben algunos datos o evidencia sobre lo que es una reacción, esto indica que hay una confusión sobre la posición de los componentes que integran la rejilla y en los datos se

presenta una frase, que se esperaría fuera la conclusión, pero en ésta no se profundiza. Por otro lado, en la justificación se menciona que hay cambios en la composición y se podría observar una modificación en su color.

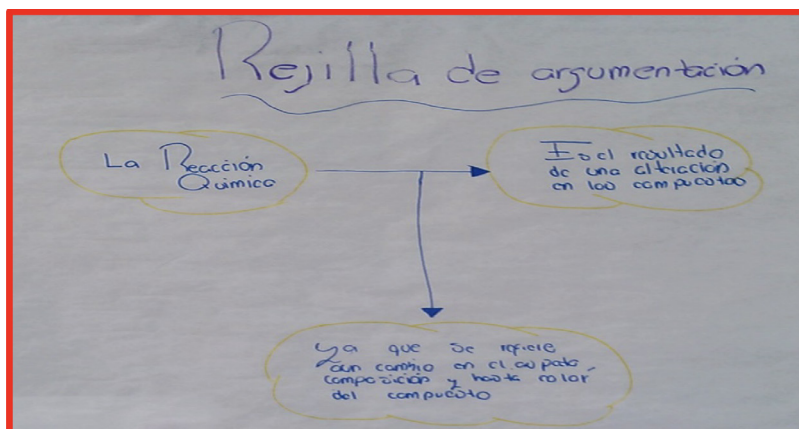


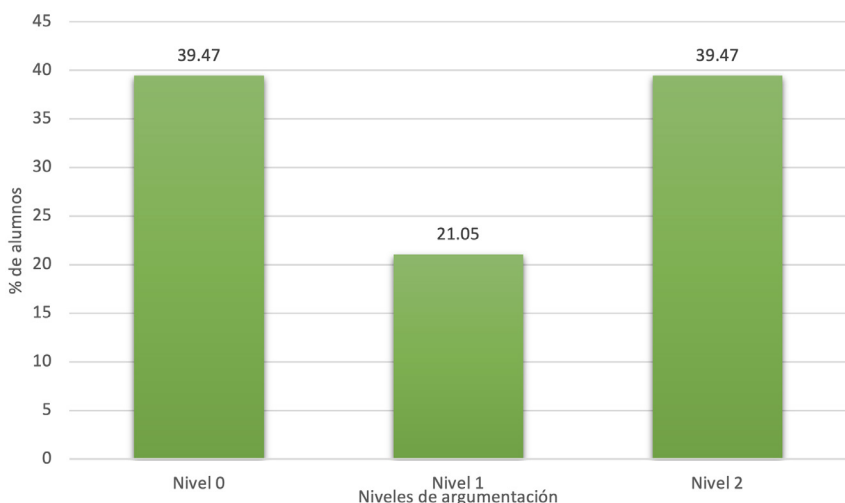
FIGURA 2. Rejilla “Qué entiendes por reacción química”.

Por lo tanto, es posible evaluar esta rejilla en un Nivel 1 ya que los alumnos confunden los datos con la conclusión y ello dificulta que se establezca una relación de la garantía con la conclusión, además, de que no se presenta una conclusión para este argumento.

De manera grupal, se observó que los alumnos no tienen claridad sobre los elementos que constituyen a la rejilla de argumentación, porque confundían los datos con la conclusión. Al no presentar una conclusión, no se podía establecer una relación entre estos rubros, y tampoco con la categoría datos-conclusión, por la falta de evidencia. Es posible establecer una primera hipótesis sobre este comportamiento, la cual sería que los alumnos no alcanzan un nivel más alto de argumentación, ya que la rejilla es nueva para ellos y por ello, les resulta complicado identificar los componentes que la conforman.

En el gráfico 1 se observa que alrededor del 40% de los estudiantes se encuentran en el nivel 0 debido a las observaciones previamente mencionadas con respecto a la conclusión. Sin embargo, un 40% de los estudiantes alcanzan el Nivel 2, ya que estos si hacen la identificación de la conclusión; lo que puede indicar que han logrado identificar los elementos que conforman a un argumento; por otro lado, un 20% de los estudiantes alcanza el Nivel 1, lo que indica que hay una confusión entre los componentes de la rejilla.

GRÁFICO 1. Resultados de la relación “conclusión-garantía”.



La segunda actividad para este rubro consistió en 2 actividades, la primera de ellas fue la lectura de un texto y la resolución de un cuestionario guía. Este último tenía la finalidad de guiar al estudiante para la construcción de la rejilla de argumentación. Las preguntas planteadas buscaban identificar los elementos que conforman a un argumento, dentro de la lectura y a partir de estos facilitarles la construcción de éste.

De igual manera que la actividad previa las evidencias recabadas fueron evaluadas con

la rúbrica, es importante mencionar que esta actividad fue la última que se implementó, y fue llevada a cabo de manera individual, por lo tanto, permitirá observar la apropiación de la rejilla por cada uno de los integrantes del grupo.

Para llevar a cabo este análisis se presentará un ejemplo presentado por los alumnos en la figura 3, podemos observar que hay una confusión con los elementos de la rejilla ya que se mantienen el comportamiento de la primera actividad, los datos son colocados en la conclusión y viceversa, además, la garantía presentada no sustenta la conclusión. Hay que destacar que los datos presentados como conclusión podrían pertenecer a una conclusión y de igual manera con la conclusión.

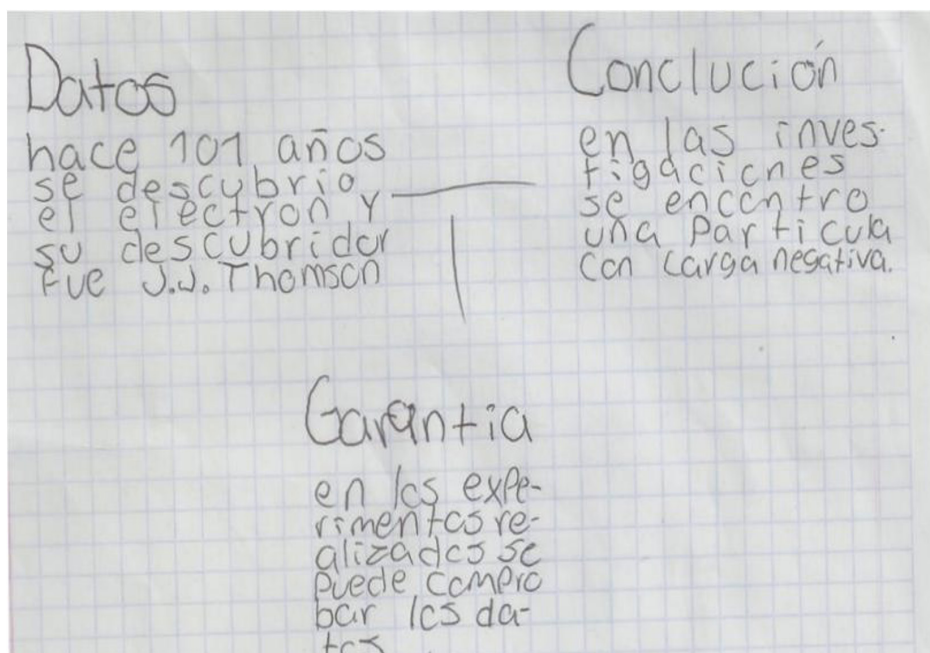


FIGURA 3. Rejilla relacionada con la lectura de 101 años del electrón.

En el gráfico 2, podemos observar que un 55.26% de alumnos, se encuentran en un nivel 0 de argumentación, esto quiere decir que no identifican los elementos de la rejilla, además, se podrían plantear dos posibles hipótesis que expliquen esta situación: la primera relacionada a que no es posible alcanzar un nivel de argumentación más alto debido a que sus habilidades de lecto-escritura no se han desarrollado lo suficiente; y la segunda que los estudiantes no tienen claridad en los conocimientos de la disciplina, por lo tanto, se les dificulta establecer un argumento.

Actividades experimentales

En este rubro se diseñaron 4 actividades para llevar a cabo la intervención: 1) ¿Qué tipo de reacciones suceden en la cocina? (Aclaración de dudas sobre elementos de la rejilla), 2) ¿Cómo hacer una pila eléctrica con cítricos?, 3) Reacciones Redox y 4) Factores que afectan la velocidad de reacción. Estas tareas tenían como objetivo que los estudiantes identificaran las observaciones realizadas como lo datos dentro de la rejilla de Toulmin y, a partir de lo revisado en el aula reconocieran la garantía y con ello pudieran emitir una conclusión.

Para la actividad ¿qué tipo de reacciones suceden en la cocina? Se presentaron dificultades, tales como que algunos estudiantes no elaboraron la rejilla porque no les había quedado claro cómo construirla. Así pues, en esta intervención se solicitó a los alumnos, que sí habían realizado la actividad, la escribieran en el pizarrón con la finalidad que sus compañeros explicaran cómo la habían construido y a partir, de esta presentación resolver sus dudas. Es importante mencionar que no se colectó evidencia de esta actividad, ya que muy pocos alumnos realizaron dicha tarea y, como se menciona previamente se utilizó para resolver dudas.

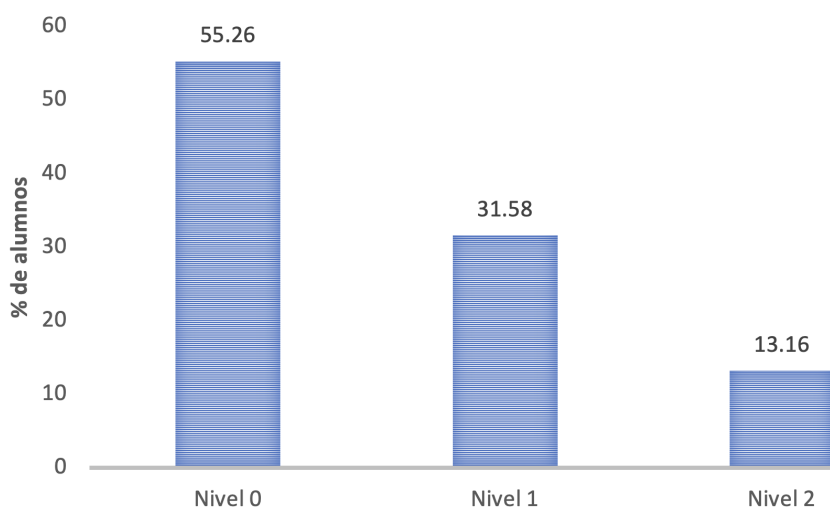


GRÁFICO 2. Resultados de la relación "conclusión-garantía".

La segunda actividad experimental fue propuesta por el profesor novel, dicha tarea consistió en el armado de baterías a partir de diferentes cítricos y materiales, estos últimos para ser utilizados como electrodos. Se les indicó que registraran los valores de los voltajes obtenidos, para las combinaciones de electrodos y cítricos utilizados.

En la figura 4, se muestra un ejemplo de lo construido por los estudiantes. En éste, ellos presentan como datos: reacción redox, se esperaba una respuesta como la siguiente: El multímetro presentó una lectura de 0.12 V y un cambio en la coloración de los electrodos utilizados. Por otro lado, para la conclusión los estudiantes dicen "sustancia que se oxida y otra que se reduce", aquí se buscaba que los estudiantes, concluyeran que, al observar un cambio en el voltaje y la coloración de los electrodos, se trata de una reacción redox, esto que colocan podría ser una posible garantía, mientras que en la garantía propuesta "ya que los electrodos se oxidan y los cítricos se reducen". Aquí confirmamos que confunden las posiciones de los elementos de la rejilla, pero que si logran identificar algunos de los elementos que la constituyen.

Por lo tanto, es necesario que se hagan esfuerzo para que los estudiantes puedan describir e identificar lo que observan, al llevar a cabo una actividad experimental. Ya que esto permitirá que ellos puedan construir un argumento, al tener claro el resto de los elementos.

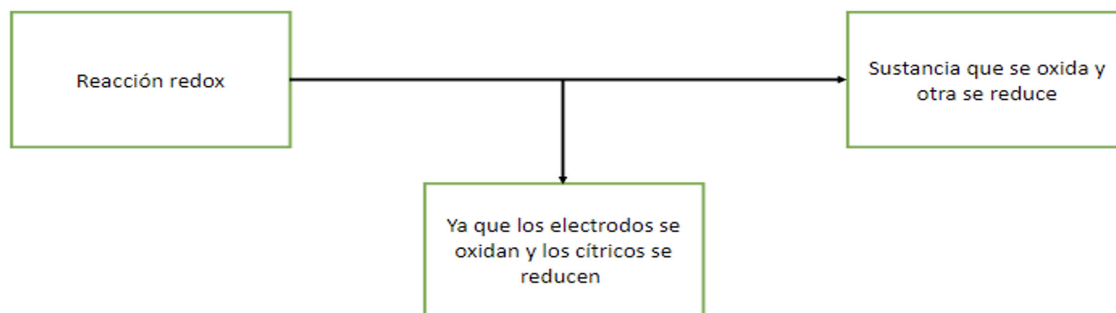


FIGURA 4. Rejilla relacionada con la lectura de batería.

En el siguiente gráfico se observa un incremento en el número de estudiantes, que alcanzan un nivel de argumentación entre el 1 y 2. Esto indica que se identifican al menos dos elementos que conforman la rejilla y que también sigue prevaleciendo la confusión de los componentes. Es importante mencionar que la actividad fue desarrollada en equipos y esta no permite observar cómo construyen argumentos de manera individual.

La tercera actividad fue una experiencia de cátedra, donde se mostró una reacción de óxido reducción, se identificaron los datos y la teoría presentada por el profesor titular

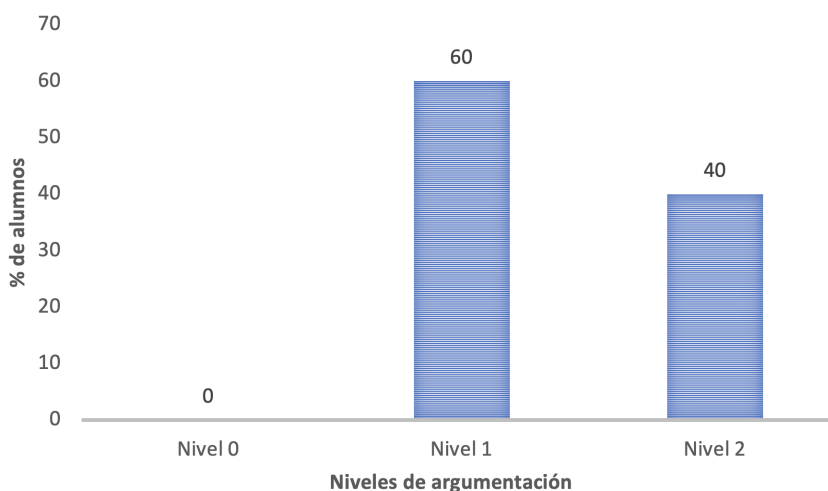


GRÁFICO 3. Resultados de la relación “datos-conclusión-garantía”.

para establecer la garantía, esto permitiría a los estudiantes construir una conclusión.

En la figura 5, se observa que los estudiantes no logran identificar ninguno de los elementos de la rejilla, por lo tanto la puntuación de esta es que no alcanza ningún nivel. Lo esperado para esta rejilla, era que en los datos indicara que hubo un cambio en la coloración, en la garantía presentara la ecuación que describe la reacción observada y se identifica el cambio en el estado de oxidación de las especies que intervienen en la reacción, y como conclusión determina que la reacción era de oxido reducción.

Esta rejilla, nos permite confirmar que no hay una claridad con respecto a la disciplina, ya que no se hacen visibles los niveles representacionales de la química para establecer una explicación de los fenómenos.

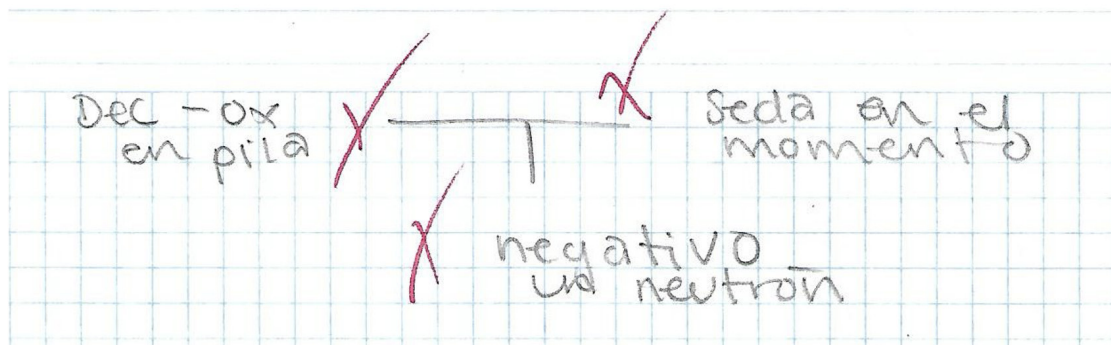


FIGURA 5. Rejilla de Argumentación (Redox).

En el gráfico 4 se presentan los resultados de la relación “datos-conclusión-garantía”, en esta es posible observar que hay una tercera parte de los alumnos que no identifican ningún de los elementos de la rejilla, como se mostro en el ejemplo en la figura 5, esto podría indicar, que no hay una apropiación de contenido conceptual de la asignatura. Por otro lado, tenemos que más de la mitad de los estudiantes se encuentran en nivel 1, lo que indicaría que identifica ciertos elementos y que siguen confundiendo algunos de éstos. Por último, tenemos que un 10 % alcanza un nivel 2, esto quiere decir que tiene claro los elementos de la rejilla y además, tiene un dominio conceptual de la disciplina.

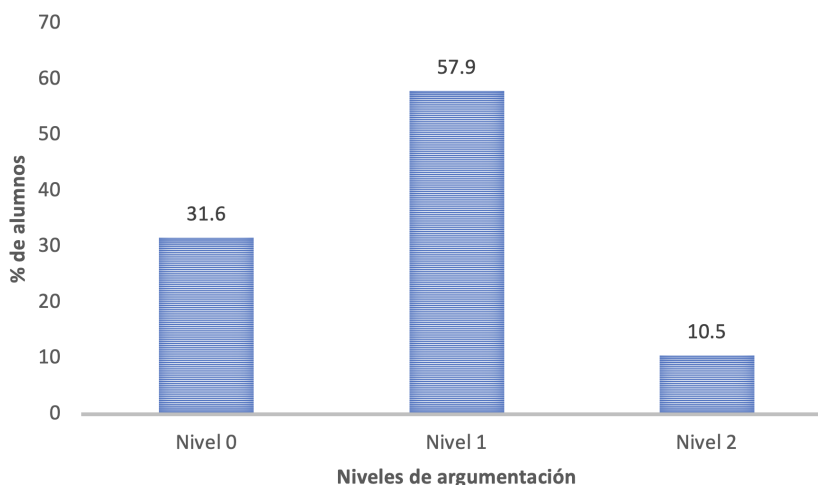


GRÁFICO 4. Resultados de la relación “datos-conclusión-garantía” (Redox).

Finalmente, la última actividad llevada a cabo consistió en analizar cómo el tamaño de partícula de algunos materiales puede afectar la rapidez de reacción. Las indicaciones dadas fueron las siguientes: colocar en agua algunos productos para aliviar la acidez estomacal variando el tamaño de partícula, tomar el tiempo y registrar las observaciones realizadas.

En la figura 6, se presenta lo construido por uno de los estudiantes. En esta es posible observar que identifican los datos de la actividad experimental, en la garantía menciona que la variación del tiempo es debido a la naturaleza del reactivo y para la conclusión se menciona que entre mayor área de contacto la reacción será más rápida, por lo tanto se evaluó a un nivel 2.

El Alka Seltzer Triturado tiene
se disuelve más rápido → mayor área de
que en pastilla triturado ↓ contacto y se
disuelve más rápido

La que la naturaleza del Alka seltzer es en pastilla

El. Uvas disuelvo rapido

FIGURA 6. Rejilla de argumentación (Ejemplo: Factores).

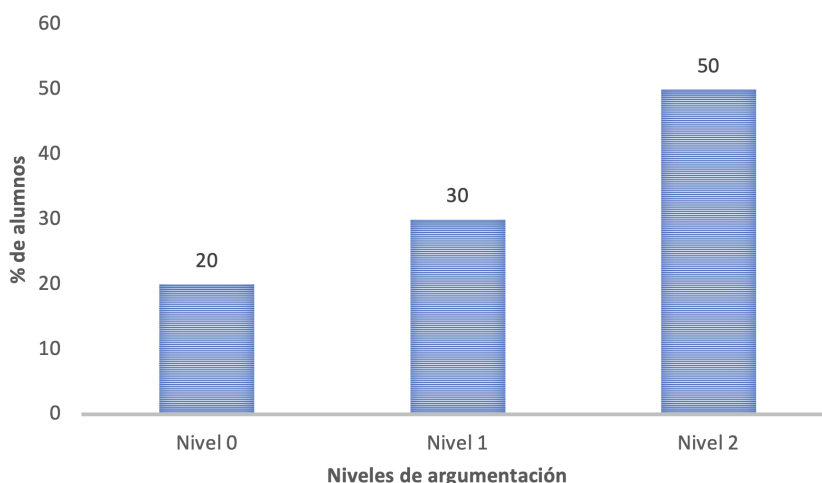


GRÁFICO 5. Resultados de la relación "datos-conclusión-garantía" (Factores).

En el gráfico 5, se observa que un cambio significativo ya que al menos el 50 % de los alumnos identifican todos los elementos de la rejilla, mientras que un 30% tiene claro algunos de los elementos, pero se mantiene confusión entre estos y un 20% no logra establecer ni relacionar y tampoco identificar, esto puede estar asociado a dos situaciones en particular, la primera es al bajo nivel de habilidades de lecto escritura y el segundo, a un poco o nula comprensión de la disciplina.

Como última actividad se solicitó a los estudiantes escribir en una hoja cuáles consideraban ellos eran los pros y contras de usar la rejilla de argumentación de Toulmin. En la tabla 3 se enlistan algunas de las ideas expuestas por los alumnos.

Una de las ventajas que llama la atención es que mencionan que es una herramienta que les facilita el estudio para sus exámenes, les permite organizar información y les permite razonar de forma sencilla.

Dentro de las desventajas exponen la necesidad de comprensión de tema por completo para poder emitir una conclusión, ya que esto representaba un inconveniente al tratar de explicar un tema en específico.

Pros	Contras
<ul style="list-style-type: none"> • La rejilla puede resumir mucha información. • Te da un concepto más claro y simple sobre un tema. • Se justifica cada idea. • Puede ser útil para estudiar. • Es un método para repasar y leer la información obtenida. • La puedes ocupar en cualquier caso. • No importa el tema; se puede ocupar • Es una herramienta que te ayuda a sacar conclusiones rápidamente, y a expresarte más fácilmente. • Organizar información. • Ahorras mucho tiempo. • Sirve en la toma de decisiones. • Es más didáctica, • Te ayuda a ser objetivo. • Nos ayuda a razonar para sacar una conclusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede confundir los datos con la conclusión. • Se requiere entender la información. • Es tediosa la realización. • Confunde un poco la información. • Resulta que te puede llegar a aburrir. • Es un poco más tardado. • Es difícil de redactar. • Es difícil ya que debes entender completamente el tema. • Para sacar la rejilla debes saber todo el tema, ya que no puedes sacar conclusiones de la nada. • Plantear la información se torna en algunos casos complicado.

TABLA 3. Pros y contras del uso de la rejilla.

Conclusiones

La argumentación es una de las habilidades cognitivas más difíciles de lograr, porque, como ya se mencionó, se requiere estructurar el conocimiento de la disciplina, pero también tener la habilidad de probar, evaluar y refinar dicho conocimiento. En este trabajo, dado el nivel de los estudiantes, se utilizó la RAT en su versión más sencilla, es decir datos-conclusión-garantía, y se diseñó una rúbrica que permitiera identificar dichos niveles. Se implementaron siete actividades para favorecer la práctica argumentativa, aquellas en donde se presentaron mejores resultados, fueron las experimentales ya que, los alumnos logran identificar que las observaciones corresponden a los datos, como lo presentan Toulmin en su rejilla; la garantía es lo revisado en el aula por el profesor o en algún libro; y las conclusiones, la explicación del fenómeno en donde se toman en cuenta tanto los datos como la garantía. Cabe mencionar que un alto porcentaje de alumnos logra identificar los diversos elementos de la rejilla de argumentación. Es por ello que consideramos que la

rejilla de argumentación permitió a los estudiantes acercarse a comprender la estructura de un argumento, aunque sencillo, de gran importancia para mejorar sus comprensiones. Como se muestra en la tabla 3 donde se presentan las percepciones positivas y negativas de los estudiantes sobre ésta.

Sin embargo, se identificaron pocos avances en la práctica argumentativa de los estudiantes; lo que puede deberse a la insuficiente comprensión de la química lograda por estos, pero también a dificultades relacionadas con las habilidades de comprensión lectora. Otro aspecto importante, es que el docente titular no era experto en la disciplina, lo que impacta en la comprensión de la misma por parte de los discentes, pero también a que puedan adquirir concepciones alternativas. En este sentido es importante remarcar que, de acuerdo con la SEP(2011, 2023) la enseñanza de las ciencias a nivel secundaria debe enfatizar la utilización de estrategias de indagación científica; sin embargo, para lograrlo es indispensable incluir las prácticas científicas, particularmente la indagación en la formación docente inicial, así como en los cursos de formación de docentes en servicio.

Es recomendable plantear la implementación de la argumentación para aprender a partir de aprender a argumentar en las aulas, pero es importante iniciar con la estructura más básica de desarrollo de pensamiento argumentativo, es decir datos-garantía-conclusión. Una segunda etapa puede ser incorporar el sustento, dado que esto permite relacionar con la disciplina, y facilita el reconocimiento, por parte de los estudiantes, de los fundamentos teóricos que soportan su argumento. Finalmente, como nivel más alto de nivel de pensamiento argumentativo, consideramos que se debe plantear la RAT completa, es decir incluir la refutación. Desde nuestra perspectiva, el que el estudiante reconozca en qué situaciones su conclusión no se cumple es importante porque le permite darse cuenta de qué tan fuerte es su argumento.

Referencias

- Chen, Y. Ch., Mineweaser, L., Accetta, D. y Noonan, D. (2018). Connecting argumentation to 5E inquiry for preservice teachers. *Journal of College Science Teaching*, 47(5), 22-28. https://doi.org/10.2505/4/jcst18_047_05_22
- De la Chaussée Acuña, M. E. (2009). Las estrategias argumentativas en la enseñanza y el aprendizaje de la química. *Educación Química*, 20(2), 143-155. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30021-1](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30021-1)
- Falk, A. y Brodsky, L. (2014, octubre). Scientific explanation and arguments: Supporting students with explicit reasoning in argumentation. *Science Scope*, 10-21.
- Hefter, M. H., Renkl, A., Riess, W., Schmid, S., Fries, S. y Berthold, K. (2018). Training interventions to foster skill and will of argumentative thinking. *The Journal of Experimental Education*, 86(3), 325-343. <https://doi.org/10.1080/00220973.2017.1363689>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Gallastegui-Otero, J. M., Eirexas-Santamaría, F. y Puig-Mauriz, B. (2009). *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Edit. Danú.
- Kuhn, D. (1993). Connecting scientific and informal reasoning. *Merril-Palmer Quarterly*, 39(1), Invitational Issue: The Development of Rationality and Critical Thinking, 74-103. <https://www.jstor.org/stable/23087301>

- Ogan-Bekiroglu, F. y Aydeniz, M. (2013). Enhancing preservice physics teachers' perceived self-efficacy of argumentation-based pedagogy through modelling and mastery experiences. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(3), 233-245. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2013.932a>
- Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. *Educación Química*, 20(2), 156-165. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30022-3](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30022-3)
- Reiser, B. J., Berland, L. K. y Kenyon, L. (2012). Engaging students in the scientific practices of explanation and argumentation. *The Science Teacher*, abril/mayo, 34-39.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2006). *Educación básica. Secundaria. Plan de estudios 2006*. Dirección General de Desarrollo Curricular, Secretaría de Educación Pública.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2011). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación básica secundaria. Ciencias*. Dirección General de Desarrollo Curricular y Dirección General de Formación Continua de Maestros en Servicio, Secretaría de Educación Pública.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022). *Programas de estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria: Programas sintéticos de las fases 2 a 6*. https://www.dof.gob.mx/2023/SEP/ANEXO_ACUERDO_080823_FASES_2_A_6.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2023a). *Un libro sin recetas para la maestra y el maestro. Fase seis*. Dirección General de Materiales Educativos, Secretaría de Educación Pública.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2023b). *Saberes y pensamiento científico. Tercer Grado. Colección Nanahuatzin*. Dirección General de Materiales Educativos, Secretaría de Educación Pública.
- Valera, R. y Padilla, K. (2022). Comprendiendo el enfoque 3D (conceptos centrales, conceptos transversales y prácticas científicas): Una propuesta de enseñanza para la química. *Educación Química*, 33(4), 123-142. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.81803>
- Walker, P. J., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B. y Zimmerman, C. O. (2012). Argument-driven inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 74-81.
- Zhao, G., Zhao, R., Li, X., Duan, Y. y Long, T. (2023). Are preservice science teachers prepared for teaching argumentation? Evidence from a university teacher preparation program in China. *Research in Science and Technological Education*, 41(1), 170-189. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1872518>
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001>