



LA ESTRATEGIA DE ESCRIBIR PARA APRENDER: EL CASO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO¹

THE STRATEGY OF WRITING TO LEARN: THE CASE OF CHEMICAL EQUILIBRIUM

A ESTRATÉGIA DE ESCREVER PARA APRENDER: O CASO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO

Lucy Margoth Ortiz Cáceres* , Boris Fernando Candela Rodríguez** 

Cómo citar este artículo: Ortiz, L., Candela, B. (2021). La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 168-183. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16531>

Resumen

Diversos estudios han mostrado que la enseñanza de las ciencias esta centrada en el profesor y la disciplina, donde realizan tareas rutinarias y de bajo nivel cognitivo. Para compensar lo anterior, diferentes investigaciones han revelado la importancia que tiene la introducción del lenguaje al aula como una herramienta de pensamiento y aprendizaje de los contenidos científicos. De ahí que, este estudio estudió la incidencia de la estrategia de escribir para aprender como un mediador en la comprensión de la química, así como documentar y representar la comprensión de la disciplina medida por la introducción de dicha estrategia, específicamente, en el concepto del equilibrio químico, con estudiantes de grado undécimo. Se usó una metodología de enfoque mixto por estudio de caso, donde se manejaron dos fases; cuantitativa y cualitativa. Para la primera, se utilizó como instrumento de recolección de información un test, y para la segunda, la observación, notas de campo, videos, documentos de los estudiantes y entrevistas. Los datos cuantitativos se analizaron utilizando el estadístico de ganancia de aprendizaje de Hake, y los datos cualitativos por medio del software ATLAS.ti con el fin de construir teoría, la cual se trianguló con los resultados del estadístico. Los resultados nos muestran cuatro generalizaciones naturalísticas que permitieron crear una teoría del caso, evidenciando una incidencia positiva en el aprendizaje del concepto estudiado.

Palabras claves: Lectura. Escritura. Oralidad. Comunidad de aprendizaje. Equilibrio Químico.

Abstract

Several studies have shown that science teaching revolves around the teacher and the discipline, where they perform routine tasks with a low cognitive level. To compensate for the above, different investigations have revealed the importance of introducing

Recibido: junio de 2020; aprobado: enero de 2022

¹ El presente artículo se basa en los resultados obtenidos durante la investigación realizada en la Maestría de educación, la cual tiene igual nombre. Universidad del Valle, 2017.

* Magister en Educación. Universidad del Valle, Colombia. lucyunivalle@gmail.com – ORCID <http://orcid.org/0000-0002-6317-9680>

** Magister en Educación. Universidad del Valle, Colombia. bofeca65@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5833-1975>

language into the classroom as a tool for thinking and learning scientific content. It is a study of the incidence using the strategy of writing to learn as a mediator in the understanding of chemistry, as well as, documenting and representing the comprehension of the discipline measured by the introduction of this strategy, specifically, in the concept of chemical equilibrium, with eleventh-grade students. It is a mixed approach methodology in the case study type, developing two phases; quantitative and qualitative. Firstly, was applied a test, as data collection instrument, and secondly, observation, field notes, videos, student documents, and interviews. Quantitative data were analyzed using the Hake learning to gain statistics and, qualitative data using the ATLAS.ti software to build theory, triangulated with information's statistics. Results show four naturalistic generalizations that allowed us to create a theory of the case, evidencing positive impact learning the concept under study.

Keywords: Reading. Writing. Orality. Learning community. Chemical balance

Resumo

Vários estudos mostraram que o ensino da ciência é centrado no professor e na disciplina, onde realizam tarefas rotineiras e de baixo nível cognitivo. Para compensar o que precede, diferentes investigações revelaram a importância da introdução da linguagem na sala de aula como uma ferramenta para pensar e aprender conteúdo científico. Assim, este estudo teve como objetivo identificar a incidência da estratégia de escrita para aprender como mediador na compreensão da química, bem como para documentar e representar a compreensão da disciplina medida pela introdução explícita da referida estratégia, especificamente, na Conceito de equilíbrio químico em alunos da décima primeira série. Nesse sentido, uma metodologia de abordagem mista foi utilizada por estudo de caso, onde foram tratadas duas fases quantitativas e qualitativas, para a primeira, um teste foi utilizado como instrumento de coleta de dados e, para o segundo, observação, notas de campo, vídeos, documentos estudantis e entrevistas. Os dados quantitativos foram analisados utilizando a estatística de ganhos de aprendizado de pescada e os dados qualitativos através do software ATLAS.ti para construir teoria, que foi triangulada com os resultados da estatística e, portanto, resolve o problema, finalmente obtendo quatro generalizações naturalistas que permitiram criar uma teoria do caso, evidenciando um impacto positivo na aprendizagem do conceito estudado.

Palavras-chave: Leitura. Escrevendo. Oralidade. Comunidade de aprendizagem. Equilíbrio químico.

1. Introducción

Por lo general, en las aulas de química de la escuela secundaria la enseñanza es diseñada e implementada tomando como centro el profesor. En estas el lenguaje es asumido únicamente desde una perspectiva de enseñanza y comunicación, sin

tomar consciencia que éste tiene un alto potencial de actuar como una herramienta de pensamiento y aprendizaje de esta disciplina. La anterior situación se convierte en una barrera para que los estudiantes puedan aprender y comprender los conceptos de la química, teniendo en cuenta que muchos de éstos son de naturaleza abstracta.

Para contrarrestar lo anterior, las nuevas perspectivas constructivistas socioculturales donde el lenguaje juega un papel clave, proponen que las clases deben ser activas y dialógicas, con el fin de que los estudiantes construyan significados personales, después de haber interactuando con sus pares académicos (ERICKSON & MACKINNON, 1991; ROTH, 1990). En este sentido, los estudiantes necesitan de ambientes de aprendizaje que les brinden la posibilidad para negociar sus ideas en un entorno social con el propósito de construir, perfeccionar, modificar, reconstruir y comunicar sus concepciones científicas. Así pues, en las últimas décadas los educadores de profesores de ciencias se han focalizado en estudiar la estrategia de escribir para aprender un contenido particular, sin descuidar las otras competencias lingüísticas (SANTA & HAVENS, 1991; PRAIN & HAND, 1996).

Por otro lado, la estrategia de escribir para aprender ciencias les brinda a los estudiantes la oportunidad de comprender, ya que a través de esta logran establecer redes conceptuales, las cuales son una característica inherente de todo texto científico. Desde luego, que dicha estrategia les permite a los estudiantes representar las ideas que previamente han sido construidas en un plano intersubjetivo, para ello, deben establecer entre las proposiciones un conjunto de relaciones de orden jerárquico, comparativo, clasificatorio, causal, enumerativo, secuencial, aditivas, adversativas, y de contrastante; estas se traducen en la macroestructura y microestructura del texto científico cuyo fin es el de comunicar un patrón semántico.

Como resultado de lo anterior los educadores de profesores de química han comenzado a concebir la estrategia de escribir como una herramienta de pensamiento y aprendizaje del currículo de esta disciplina (GREENBOWE, RUDD & HAND, 2007). De ahí que, en este estudio se considere que esta estrategia juega un papel clave para la comprensión del concepto de equilibrio

químico. Además, el equilibrio químico resulta ser clave dentro del currículo de la química, ya que, es central a la disciplina y presenta gran conectividad dentro y a lo largo de los grados de escolaridad. Lo que genera relaciones con otros contenidos como reacción química, ecuación química, reversibilidad, concentración, cantidad de sustancia, entre otros, lo que implica que la enseñanza de equilibrio químico ocupe una gran parte del plan de estudios de la química.

Es así, como el presente estudio de caso, posibilita la obtención de conocimiento sobre cómo integrar la estrategia de la escritura en el aula de química como una herramienta de pensamiento y aprendizaje. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo general, identificar la incidencia de la estrategia de escribir para aprender como un mediador en la comprensión del concepto equilibrio químico. Y sus objetivos específicos son, identificar el índice de ganancia de aprendizaje del concepto de equilibrio químico; representar las acciones de los estudiantes y profesores durante la introducción de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico, y, documentar y representar la comprensión del concepto del equilibrio químico mediada por la introducción de la estrategia de escribir para aprender química. A partir de todo lo anterior, se plantea la siguiente la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué incidencia tiene introducir al aula la estrategia de escribir para aprender, en la comprensión del concepto del equilibrio químico?

2. Marco de referencia

2.1 *El aula de ciencias como una comunidad de aprendizaje*

Para lograr que la introducción del lenguaje al aula de ciencias sea exitosa, es necesario que se presente un cambio radical de la visión tradicional de la enseñanza, donde sean los estudiantes los protagonistas y encargados de gestionar su propio aprendizaje y el de sus pares académicos. Para ello, se requiere que el aula sea concebida como una comunidad de aprendizaje, puesto que, en ésta se

deja a un lado el aprendizaje de conocimientos estandarizados, individuales y dirigidos por el maestro, a uno donde los estudiantes son capaces desarrollar maneras de cuestionar y resolver problemas más complejos que requieren diferentes tipos de conocimientos y de representaciones (BIELACZYC & COLLINS, 1999).

En este sentido, en una comunidad de aprendizaje debe existir una cultura que se caracteriza por: (1) la diversidad de conocimientos entre sus miembros, (2) un objetivo común de avanzar continuamente en los conocimientos y habilidades colectivos, (3) un énfasis en aprender a aprender a lo largo de la vida, y (4) un mecanismo para compartir lo que se aprende. Igualmente, su enfoque debe responder a las necesidades de los estudiantes para hacer frente a cuestiones complejas, resolver las cosas por sí mismos, comunicarse y trabajar con personas de diversos orígenes y puntos de vista, y compartir lo aprendido con otros (BIELACZYC & COLLINS, 1999).

2.2 *La estrategia de escribir para aprender química.*

Los resultados de diferentes investigaciones en educación en ciencias, han evidenciado que la habilidad de la escritura representa para los estudiantes, un avance simbólico en el pensamiento y en el razonamiento lógico (VYGOTSKY, 1978, CITADO POR HOLLIDAY, YORE, & ALVERMANN, 1994, p 478). Por lo anterior, se puede afirmar que esta habilidad congrega de manera sistemática a las otras dos (oralidad y lectura), puesto que en el proceso de escritura los estudiantes plasmarán las ideas que han discutido con sus pares y que han enriquecido con la lectura de diversos textos o fuentes de información (RIVARD, 1994; KEYS, HAND, PRAIN Y COLLINS, 1999; HOHENSHELL Y HAND, 2006).

La importancia que se le ha asignado a la escritura, está relacionada con la combinación de cuatro factores según APPLEBEE (1983): el primero resalta la permanencia de la palabra escrita, que le proporciona al escritor realizar una continua revisión y reflexión de sus textos; el segundo,

es la necesidad de explicitar todas las ideas del escritor para que sean entendidas en diferentes escenarios; el tercer factor, hace alusión a los recursos derivados de las formas convencionales del discurso de organización y pensamiento por medio de las nuevas ideas o experiencias y como es la relación entre ellos; y, finalmente, la naturaleza activa de la escritura. (ROWELL, 1997)

Acerca de la importancia que retoma la introducción de la escritura como una estrategia de aprendizaje al aula de ciencias, es fundamental diferenciar esta de la mera actividad física de escritura mecánica e irreflexiva, puesto que, el fin de dicha introducción es que los estudiantes alcancen por medio de este proceso una comprensión conceptual de los contenidos científicos. Lo anterior, debido a que la estrategia de escribir para aprender les brinda a los estudiantes la oportunidad de recoger, almacenar y plasmar las ideas que han construido a través de la transacción de significados y formas de significar dentro de una comunidad de aprendizaje (PRAIN, Y HAND, 1996). Para ello, CASSANY (1996) propone tres pasos fundamentales: planear, evaluar y producir; para lo cual los estudiantes deben enumerar y organizar ideas, seleccionar las ideas principales y establecer relaciones con las otras, estructurar la macro y superestructura del texto, identificar el propósito de escritura y la población a quien irá dirigido y, ampliar su conocimiento consultando diferentes fuentes bibliográficas, todo lo anterior es evaluado constantemente en el proceso de producción.

Como se mencionó anteriormente, la escritura mejora la comunicación como consecuencia que los estudiantes se esfuerzan por transmitir de manera clara su representación mental por medio del escrito (KINTSCH, 1986). Lo anterior se logrará si, aparte de formarlos disciplinariamente, en el aula el docente instruye a los estudiantes en gramática, vocabulario, análisis de información, ortografía, utilización de diagramas, figuras y tablas, técnicas de escritura, tipos de textos, entre otros, para que se facilite y enriquezca la escritura, ya que sin estos conocimientos los estudiantes no

lograrán llevar a cabo procesos como la selección y jerarquización de las ideas, y así mismo, no se hará una retroalimentación crítica al texto en cuestión (CASSANY, 1996). En otras palabras, la escritura no mejorará solo con la práctica si no va acompañada de una orientación precisa, donde el maestro critique, apoye e instruya a sus estudiantes, pero no desde su intuición sino desde los modelos lingüísticos. Dicha instrucción dentro de una comunidad de aprendizaje debe ir acompañada de espacios de socialización de sus textos para que sus pares académicos hagan aportes frente a la estructura, cohesión, coherencia, forma, función y demás características del texto y con ello se retroalimenta tanto el conocimiento científico como el lingüístico (PRAIN & HAND, 1996).

Así que, cuando los estudiantes aprenden estas normas lingüísticas podrán fácilmente agregar, eliminar, modificar o mejorar el texto. Sin embargo, es muy común encontrar que en las escuelas dichas normas no se enseñan desde las ciencias y el área donde son trabajadas, se lleva a través de una secuencia que no es significativa para los estudiantes. Por lo cual, muchos investigadores proponen que para instruir escritores competentes deben desarrollarse varias habilidades al mismo tiempo de forma interactiva y fluida, para que no sean memorizadas limitadamente sino, por el contrario, queden disponibles en su memoria de trabajo para ser usadas en la construcción de significados, de ideas y relaciones (GLYNN ET AL., 1994).

Otros rasgos importantes para tener en cuenta en la introducción de la estrategia de escribir para aprender al aula, son los tipos de actividades que se realizan para generar escritos. Estas actividades deben ser tareas auténticas y actividades curriculares focalizadas en situaciones problemas, en las que su resolución implique la interacción de los estudiantes, tanto en pequeños grupos de discusión como con toda la clase, así, ellos tendrían la oportunidad de desarrollar competencias de la oralidad, la lectura y la escritura (RIVARD & STRAW, 2000). Al igual que deben implicar una

audiencia real como sus compañeros, estudiantes de diferentes grados, padres de familia, agentes del estado, invitados escolares, entre otros con el fin de persuadirlos o llamar a la acción.

Adicionalmente encontramos una estrategia de escritura desarrollada por ELBOW (1993, 1981) citado por GLYNN Y MUTH (1994), que consiste en la “escritura libre”, comparada con una lluvia de ideas donde inicialmente los estudiantes no prestan atención a la gramática de las oraciones, pero esta es corregida con la evaluación de cada borrador. Este tipo de tareas, aumenta la producción de ideas, puesto que favorece a los estudiantes en el uso de sus recuerdos almacenados en la memoria de trabajo además de reducir el temor que les produce iniciar a escribir. Por otro lado, encontramos la actividad propuesta por GRAVES (1983) citado por los investigadores ya mencionados, que consiste en una rueda de escritura que se realiza mediante la reunión del maestro con uno o varios estudiantes, donde discuten de un tema en particular y de éste salen preguntas claves y de guía que ayudan a los estudiantes a mejorar su escritura.

2.3 Enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico.

2.3.1 El equilibrio químico: un contenido generativo del currículum de la química.

Como ya se ha mencionado, la selección del tópico a enseñar dentro de una comunidad de práctica tiene un papel importante y no debe ser escogido al azar. Por el contrario, deben cumplir características como las propuestas por PERKINS Y UNGER (1999): clave dentro del currículum; interesante para los estudiantes y para los profesores; central a la disciplina y presenta gran conectividad dentro y a lo largo de los grados de escolaridad. Así mismo, es necesario considerar que, en la estrategia de escribir para aprender, en la enseñanza del tópico seleccionado se deben utilizar tipos de tareas de escritura, como informes de prácticas experimentales, producción de textos

multimodales, entre otras.

Las condiciones anteriormente nombradas sobre el tópico a enseñar, las cumple el equilibrio químico. Puesto que: se encuentra relacionado a otros contenidos de la química como reacción química, ecuación química, reversibilidad, concentración, cantidad de sustancia, entre otros, lo que implica que la enseñanza de equilibrio químico ocupe una gran parte del plan de estudios de la química. Adicionalmente, la comprensión de este concepto genera la oportunidad a los estudiantes de continuar extendiendo el desarrollo de los esquemas conceptuales de la proporcionalidad directa e inversa, e igualmente, les permitirá a los estudiantes crear bases para explicar diferentes sistemas y procesos científicos (ROCHA ET AL., 2000, CITADO POR GARAY, CANDELA & VIÁFARA, 2015, p. 69).

Cabe mencionar, que uno de los principales objetivos de la enseñanza de la química es ayudar a que los estudiantes comprendan que el equilibrio químico es un equilibrio dinámico en el que dos semi-reacciones, directa e inversa, se llevan a cabo (CAMPANARIO Y BALLESTEROS, 1991); así mismo se espera que estos aprendan a utilizar la ley de acción de masas y el principio de Le Chatelier para predecir el resultado de los posibles cambios en las variables (presión, volumen) que intervienen en él.

2.3.2 Dificultades y concepciones alternativas sobre equilibrio químico.

Diversos estudios, han evidenciado que el concepto de equilibrio químico presenta un número considerable de dificultades de aprendizaje, como por ejemplo los citados por GARAY, CANDELA Y VIÁFARA, (2015, p. 74) (Rocha et al., (2000); BERMÚDEZ Y DE LONGHI, (2011); CAMPANARIO, (2002); POZO, (1991); KIND, (2004)), entre las dificultades más comunes de aprendizaje del equilibrio químico se encuentran: Se tiende a relacionar equilibrio químico con algo "estático" y "equilibrado", como algo que finaliza; la asociación del término equilibrio a una igualdad

e inmovilidad.

Los estudiantes perciben que las velocidades de una reacción en un sistema en equilibrio pueden cambiar, mientras otras disminuyen o permanecen constantes, es decir, no han adquirido que el concepto de velocidad se aplica a un sistema como un todo.

Una idea previa del cambio de condiciones del estado en equilibrio, es la de tratar a todas las sustancias involucradas en la reacción, como independientes, en lugar de identificar las interacciones entre ellas.

Pueden creer que la reacción directa se completa antes de que la reversa comience. Los estudiantes conciben las reacciones directa e inversa como sucesos separados e independientes, como si se tratase de dos recipientes diferentes.

3. Metodología

En coherencia con el problema y los objetivos de investigación se considera pertinente utilizar una metodología de enfoque mixto por estudio de casos. Esta perspectiva metodológica tal como lo plantea CRESWELL (2009) citado por ALBAYERO, TEJADA & CERRITOS (2020) permite conocer tanto la frecuencia, la amplitud, la magnitud, la complejidad y la generalización (enfoque cuantitativo), como la profundidad y la comprensión (enfoque cualitativo), de la incidencia que tiene introducir al aula la estrategia de escribir para andamiar la comprensión del contenido equilibrio químico en los estudiantes de grado once.

Con el propósito de dar solución a la pregunta de investigación se toma la decisión de asumir un diseño metodológico estructurado en dos fases, las cuales se desarrollan de manera entrelazada. En este sentido, la primera fase responde al primer objetivo específico de la investigación, para ello, se utilizó una fuente de recolección de información cuantitativa aplicándose en dos momentos por medio del pre y post-test. Ahora bien, la información obtenida se analiza a través del estadístico de

ganancia de aprendizaje de Hake¹. La segunda fase, direcciona el segundo y tercer objetivo del estudio. Así, esta brinda el escenario para recoger los datos de naturaleza cualitativa, a través de entrevistas semiestructuradas, observación y videos de las clases y los trabajos escritos de los estudiantes. Posterior a la recolección de los datos se procede a realizar un análisis de la información utilizando el software ATLAS.ti con el fin de construir una teoría de carácter naturalístico que se triangula con los resultados arrojados por el estadístico de Hake, y de esta forma darle solución al problema.

A su vez, esta investigación está basada en un estudio de caso instrumental, ya que el caso se seleccionó por conveniencia (STAKE, 1998). El caso que fuese a ser seleccionado debía estar compuesto por cuatro elementos claves: las características del docente y su estrategia de enseñanza, así como el material de instrucción que se lleva al aula, y, finalmente, los estudiantes. Así, conociendo los elementos definidos, se realizó la búsqueda del caso, y se encontró un aula de química que recogiera todas las exigencias en una institución educativa de carácter público de la ciudad de Cali. En esta hay un docente (quien por confidencialidad llamaremos Diego), él conoce y hace explícita en sus clases la estrategia de escribir para aprender y, desde hace muchos años conlleva a que su aula sea una comunidad de práctica, donde los estudiantes realicen la coconstrucción de sus conocimientos.

La estrategia de enseñanza utilizada por el docente, es de una perspectiva constructivista sociocultural; en la que se incluye el reconocimiento de las concepciones de los estudiantes, a través de tareas que implican el uso de la oralidad y la escritura. Igualmente, en este caso el docente utilizó como material de instrucción, un Objeto Virtual de Aprendizaje llamado, ¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico? ² Este

material es un producto de una investigación de diseño de materiales de aprendizaje de las ciencias naturales de la Universidad del Valle, creado por GARAY, CANDELA Y VIÁFARA (2015). Para terminar, con respecto a los estudiantes, son un grupo de diecisiete adolescentes entre los 16 - 17 años que cursan grado undécimo. Quienes se encontraban estudiando el concepto de la investigación y han trabajado lenguaje de la ciencia en las clases de química desde el año lectivo anterior.

3.1 *Análisis de datos*

Los datos recogidos en el trabajo se utilizaron para crear una teoría fundamentada, que hace referencia a una teoría derivada de los datos recopilados de una forma sistemática, que serán analizados por medio de un proceso de investigación, aquí la recolección de datos, el análisis y la teoría deben guardar una estrecha relación (STRAUSS & CORBIN, 2002). Así pues, considerando los dos tipos diferentes de datos (cualitativos y cuantitativos), se inicia el proceso de interpretación y análisis de estos, en este caso considerando los fundamentos teóricos y estadísticos de la ganancia de aprendizaje de Hake y mediante el ordenamiento conceptual y teorización de la teoría fundamentada de Strauss y Corbin. Para ello, se utiliza el software ATLAS.ti. Estas fases tendrán el propósito de generar un conjunto de generalizaciones naturalísticas, cuyo desarrollo produce una teoría que permita comprender este caso.

3.1.1 *Análisis de datos cuantitativos*

El análisis de los datos obtenidos del pre y post test se hizo por medio de la ganancia media de HAKE (1998). Inicialmente, los resultados fueron organizados y estudiados considerando el total de respuestas satisfactorias por estudiantes, para estructurar la información recogida. A continuación, se podrá hallar la ganancia normalizada de Hake, que determina la razón del

¹ Ver páginas 8 y 9.

² Ver http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_10/S/menu_S_G10_U04_L03/index.html

aumento de una prueba antes de la intervención y una prueba posterior a ella respecto del máximo aumento posible, y tiene valores que cubren el intervalo de [0,1] (HAKE, 1998).

Ahora bien, se presentará el modelo matemático que configura el estadístico de ganancia de Hake:

$$g_{corr} = \frac{[(\text{postest}\%) - (\text{pretest}\%)]}{[(100\%) - (\text{pretest}\%)]}$$

A continuación, se muestra la ganancia de Hake corregida obtenida para este estudio. Para lo cual, se presentan los resultados obtenidos de cada estudiante, reportando los siguientes rendimientos: ningún alumno logró el 100% en el pretest, por el contrario, más de la mitad los valores alcanzados fueron del 20%. El promedio de clase del pretest fue de 27.64%, el promedio del postest fue de 87.05% y la ganancia normalizada promedio fue de 0.82 de un valor máximo de uno, lo que evidencia que se logró una mejor comprensión del tópico equilibrio químico, durante el uso de la estrategia de escribir para aprender³.

$$g_{corr} = \frac{(87.058 - 27.647)}{(100 - 27.647)} = 0.82$$

Sin embargo, es necesario resaltar, que dicha ganancia de aprendizaje que alcanzaron los estudiantes está relacionada con la intervención utilizada en la clase de escribir para aprender, así mismo la administración y gestión de la clase que el profesor realizó. Aunque, es pertinente aclarar que no se puede asegurar que los estudiantes hayan abandonado sus concepciones alternativas, pero el rango de efectividad es un buen reporte para garantizar un aprendizaje.

3.1.2 Análisis de datos cualitativos

Para la realización del análisis cualitativo, se tomó en cuenta la teoría fundamentada de STRAUSS Y CORBIN (2002), así como los datos obtenidos a través de la observación y los videos de las

³ En la investigación se calculó la Ganancia de Hake por pregunta, para conocer cuál fue el avance de los estudiantes en cada concepto que configura al equilibrio químico. Para lo cual, se obtuvo una ganancia de aprendizaje del 0,88.

sesiones de clase, las producciones escritas por los estudiantes y las entrevistas. Para lo cual se inició a realizar un ordenamiento conceptual que es el precursor de la teorización, el cual fue realizado mediante el uso de un software de análisis de datos cuantitativos, llamado ATLAS.ti. Así pues, este ordenamiento, consistió en codificar los momentos claves y elementos más relevantes de los datos recogidos. Para los códigos designados se crea un sistema de categorías que posteriormente serán relacionadas por una categoría medular.

3.2 Codificación

Para esta investigación se tuvo en cuenta los datos obtenidos, así como considerando lo planteado en el problema de investigación y lo desarrollado en el marco teórico. Los cuales se descompusieron en pequeñas unidades de análisis importantes para la investigación (codificación abierta), que posteriormente fueron reagrupadas en categorías según las propiedades en común, y, se creó una categoría medular (codificación selectiva), lo anterior permitió el desarrollo teórico de la incidencia de la introducción al aula de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico (codificación axial).

Tabla 1. Relación de categorías

Categoría Medular	Categorías
La estrategia de escribir para aprender, como una herramienta para la comprensión equilibrio químico.	Relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender
	Elementos que configuran las tareas de escritura
	Características del aula de química

4. Resultados

Considerando las relaciones entre la categoría medular y las categorías, así como los datos obtenidos con el estadístico de Hake, se establecieron tres generalizaciones naturalísticas, cuyas propiedades serán descritas a continuación.

4.1. El efecto de relacionar la oralidad, la lectura y la escritura para la comprensión del equilibrio químico.

Esta generalización surge de vincular la categoría: relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender con la categoría medular. Aquí evidencia cómo la relación de las habilidades lingüísticas es fundamental en el proceso de aprendizaje del equilibrio químico. Así pues, se resaltan los momentos en los cuales durante las clases los estudiantes a través del uso del lenguaje hacen explícita la comprensión que han alcanzado de dicho concepto, también, se recogen las impresiones que tienen sobre cómo aporta el uso de dichas habilidades en su aprendizaje. Finalmente, se establece que la escritura es la habilidad que recoge sistemáticamente a la oralidad y la lectura, puesto que esta es el producto final de las discusiones en clase y del reconocimiento de las relaciones semánticas entre los conceptos que subyacen a los modelos teóricos y los fenómenos naturales.

En la clase de química del caso estudiado se puede observar como en diferentes momentos los estudiantes interactúan con sus pares utilizando las tres habilidades lingüísticas como mediadoras de la comprensión de los procesos que subyacen al equilibrio químico. Así pues, durante el desarrollo de todas las actividades de aprendizaje se logra evidenciar que el profesor usa como una de sus estrategias de enseñanza la lectura comprensiva. El objetivo que funda a esta estrategia es el de asistir a los estudiantes en el desarrollo tanto de las habilidades de lectura como a la construcción de una comprensión profunda de algunas de las ideas que configuran el fenómeno del equilibrio químico, además de comprender y conocer los cambios que debe hacer el escritor cuando su texto va dirigido a diferente audiencia y con distintos propósitos.

Adicionalmente, el profesor inicia las actividades de lectura colocando a sus estudiantes a inferir el tema del texto leyendo únicamente el título, con ello los estudiantes hacen las predicciones

respectivas frente a la intención comunicativa del escritor. Posteriormente, realizan la lectura párrafo por párrafo identificando las ideas principales y secundarias, examinan la coherencia y cohesión existente entre ellas, y evalúan la propiedad y cualidad de los argumentos. Lo que les posibilita a los estudiantes habituarse con las relaciones semánticas constituidas entre los modelos teóricos y los fenómenos naturales, permitiéndoles desarrollar una comprensión procedimental y conceptual sobre el concepto equilibrio químico, y aprender sobre el uso del lenguaje científico y sus patrones de comunicación.

Posterior al proceso de lectura, se conforman pequeños grupos (tres o cuatro estudiantes) de discusión en los cuales los estudiantes desarrollarán la habilidad de la oralidad, puesto que en ellos comparten sus ideas ya fuese para demostrar la comprensión obtenida del concepto o para persuadir a sus compañeros frente a sus percepciones. La habilidad de la oralidad que se desarrolla en dichos grupos les permite a los estudiantes perder el temor para exponer sus ideas y también para enriquecer éstas considerando las de sus compañeros.

Adicionalmente, la habilidad de la oralidad en los estudiantes se refuerza con una nueva organización del aula, que implica discusiones con todos los compañeros donde cada grupo expone los acuerdos conceptuales a los que han llegado, para así convencer a los otros de la confiabilidad y validez de sus argumentos. Además, esta gestión del aula permite evidenciar un enriquecimiento en su comprensión al compartir las ideas con sus pares después de la negociación e interacción que implica la discusión en clase. De igual modo, las discusiones que genera el profesor en clase, le permite monitorear diferentes aspectos como la utilización del lenguaje verbal, el compromiso, la comprensión sobre los conceptos desarrollados y evaluar el progreso o avance de cada uno de sus estudiantes.

Igualmente, en el transcurso de las discusiones en clase se observa cómo el lenguaje cotidiano

oral de los estudiantes va transformándose en lenguaje científico. Una de las razones es porque el profesor les exige constantemente expresar sus ideas después de haberlas pensado utilizando las palabras científicas que ya conocen, también, porque se esfuerzan en parafrasear lo que el escritor les está comunicando en utilizando un lenguaje más formal.

La tarea final de la clase consiste en la elaboración de un texto escrito, donde cada estudiante expresa su comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno químico estudiado. El profesor conociendo los marcos teóricos del uso del lenguaje en las aulas de ciencias, decide que esta sea la última tarea debido a que la escritura es la habilidad lingüística con mayor complejidad y que recoge a las habilidades de la oralidad y la lectura. En este sentido, en el desarrollo de las clases se puede evidenciar como los procesos de lectura comprensiva y las nutridas discusiones que se suscitan brindan la oportunidad a los estudiantes para aprender sobre el concepto en cuestión, el cual posteriormente a través de un escrito que implica un alto nivel de abstracción y un compromiso cognitivo deben desarrollar.

Teniendo en cuenta lo anterior, los estudiantes elaboran un plan de escritura en el cual consideran la macro y superestructura y de esta manera iniciar su escrito, donde tienen la oportunidad de reconsiderar, borrar y mejorar las ideas para transformar el texto. Esa planeación inicialmente no tiene un énfasis gramatical, puesto que la intención es que los estudiantes contemplen todas las ideas que tienen del concepto, las definiciones propias, sus concepciones y creencias. De hecho, el ambiente de apoyo y libre de amenaza que ha logrado Diego tener en sus clases, les permite a los estudiantes utilizar el proceso de escribir para sondear, analizar, refinar su conocimiento, además de organizar sus ideas y comunicar su comprensión.

Uno de los textos que deben escribir los estudiantes hace referencia velocidad de reacción y factores que la afectan, este contenido al ser

evaluado inicialmente en el pretest por medio de 3 preguntas tiene resultados de menos del 40% de estudiantes que responden de forma correcta, pero al analizar los resultados del postest se evidencia que más del 90% de los estudiantes responden de forma satisfactoria, lo que permite evidenciar como los estudiantes lograron analizar el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas y, utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química.

4.2 La implementación de un modelo de escritura como una herramienta de aprendizaje y comprensión del equilibrio químico.

Al crear un puente de comunicación entre la categoría medular y la categoría elementos que configuran las tareas de escritura, nace la presente generalización. Esta busca recoger las diversas características de los tipos de escritura y su interconexión, las interacciones sujeto - tema - tarea y los resultados que se obtienen para el aprendizaje del concepto en cuestión. De este modo, reconocer y aplicar todos los elementos que configuran una tarea de escritura ayuda a extender los tipos de textos que producen los estudiantes, así como cambiar el propósito evaluativo por el cual escriben, los posibles lectores a quienes se dirigen y método de producción que llevan a cabo. Así pues, el docente considera ciertas características para guiar las tareas de escritura de sus estudiantes. Con lo que se puede corroborar que no solo se tienen que conocer las referentes para la introducción de la escritura al aula de química, sino también las características especiales que deben tener las tareas que se asignan a los estudiantes.

Ahora bien, para asignar las tareas de escritura a los estudiantes Diego les hace explícito los diferentes elementos requeridos para realizar una composición escrita. En este sentido, indica que el proceso de la elaboración de un escrito de tener

en cuenta lo siguiente: la audiencia a quien va dirigido, el tipo de texto a desarrollar, un tópico del cual escribir y el método de producción que van a usar, como se puede observar en la siguiente viñeta:

P: Hoy vamos a leer un trabajo sobre la teoría de colisiones y el complejo activado que realizaron sus compañeros, está dirigido a los profesores, el propósito es explicar los conceptos, el género es científico y el método de producción es un procesador de texto.⁴

En la clase de química se utilizaron diferentes tipos de textos acordes con el género discursivo académico y haciendo uso del lenguaje como un sistema interpretativo, personal, provisional y flexible. Entre los tipos de textos más utilizados en el aula están los descriptivos, argumentativos, informativos y explicativos, estos pueden estructurar la composición textual de manera individual o combinada con el propósito de comunicar un patrón conceptual. Así pues, los estudiantes tienen que considerar las características de cada uno de estos para realizar sus producciones textuales, con ello deben revisar la estructura del texto, así como la macro y microestructura, organizar la información y seleccionar el tipo de terminología a utilizar.

Otro elemento importante a resaltar de la clase, es que el profesor siempre al asignar las tareas de escritura a los estudiantes define explícitamente el o los propósitos de estas. Como resultado de esto, los estudiantes logran ampliar su comprensión durante la escritura de textos con propósitos establecidos, puesto que ya no solo ven sus tareas como un medio para adquirir una nota, sino un proceso que les posibilita aprender, indagar, expresar las ideas sobre el concepto en cuestión. Cabe resaltar que, los propósitos de escritura son retomados en diferentes momentos: antes de iniciar la estructuración del texto, los estudiantes

seleccionan de su memoria los conocimientos acerca del tema y reflexionan sobre éstos, plantean conjeturas sobre las explicaciones y hacen su plan de escritura. Durante la composición textual, ellos manifiestan ir a buscar información sobre el contenido y, utilizan las ideas de otros textos que estén alineadas con el fenómeno estudiado. Luego, parafrasean estas con el fin de clarificar, ampliar, refinar, justificar y reorganizar sus propias ideas. Una vez terminado el texto los estudiantes deben haber logrado cumplir el propósito o si no reformularse y reestructurarse el escrito.

Por otra parte, la audiencia es uno más de los elementos que el profesor utiliza para establecer las tareas de escritura lo cual resulta ser clave en el desarrollo de estas, dado que, al considerarla les exige a los estudiantes seleccionar información, terminología y ejemplos para que los posibles lectores comprendan la intención comunicativa de su escrito. Entre los potenciales lectores que Diego usa están pares académicos, estudiantes de grados inferiores, padres de familia y él. Así, por ejemplo, para una de las tareas de química el profesor pide a sus estudiantes realizar un texto donde expliquen las teorías de complejo activado y colisiones dirigido a él, en el cual se puede observar que para la elaboración de la tarea los estudiantes utilizan el lenguaje formal de la química. Con esto, el profesor monitorea la función y la forma del texto e induce una evaluación colectiva del escrito donde son partícipes todos los estudiantes bajo su guía.

Con respecto a otro de los elementos claves de las tareas, durante las clases de química los estudiantes tienen la alternativa de utilizar diferentes métodos de producción de sus trabajos escritos, es así como ellos podían realizar algunos de éstos en pequeños grupos, individualmente o con toda la clase. También, existen variaciones en los medios de producción incluyendo computadores donde hacen uso de procesadores de texto, blogs y páginas web y a mano en sus cuadernos, carteles y hojas de block. Sin embargo, de estos últimos los estudiantes prefieren utilizar los procesadores de texto, ya que indican que es más fácil para

⁴ Documento 128. Actividad 1. Cinética Química: Un caso con el peróxido de hidrógeno

ellos realizar cambios, usar imágenes, conservar versiones anteriores y revisar frecuentemente sus escritos.

Lo anterior se puede evidenciar en una de las entrevistas que se les realizaron a los estudiantes:

..la elaboración de textos con formato digital, tuvo variabilidad de ventajas a la hora de estructurar nuestros textos de forma digital, ya que nos hace un poco más fácil manipular este medio, añadir información, organizar nuestras ideas y corregir cada una de ellas⁵...

El siguiente elemento a tratar son los contenidos sobre los cuales los estudiantes escriben en las clases de química, así, docente selecciona al equilibrio químico como uno de los contenidos fundamental del currículo de esta disciplina. Ahora bien, las diferentes composiciones escritas elaboradas por los estudiantes, dejan ver el comienzo del desarrollo de un lenguaje multinivel aspecto esencial para la comunicación en la actual sociedad de la información y la economía del conocimiento. Además, estas actividades de escritura le permitieron a Diego, identificar las dificultades, limitaciones, concepciones alternativas y la comprensión de las entidades y procesos del fenómeno que presentan los estudiantes.

En consecuencia, con lo anterior, se puede aseverar que la conjunción de los elementos a considerar en las tareas de escritura les permite a los estudiantes comprender los conceptos que configuran el fenómeno del equilibrio químico. Específicamente, en algunas viñetas analizadas, se puede observar que el estudiante logra comprender lo sucedido a nivel submicroscópico de los reactivos y productos, también, se observa la utilización de un lenguaje multinivel para la explicación del ordenamiento de los átomos y la obtención de productos. Lo que también se puede corroborar con los resultados del postest en preguntas relacionadas con esta temática, donde se evidencia que más del doble de los estudiantes

después de la intervención lograron comprender los conceptos de este tópico, obteniendo mas del 90% de estudiantes que acertaron.

4.3 El aula de química: comunidad de aprendizaje mediada por el lenguaje escrito.

Al enlazar la categoría: características del aula de química con la categoría medular, surge la tercera generalización, en la cual se condensa la información sobre la importancia que tiene la instrucción a los estudiantes sobre cómo usar el lenguaje científico desde las bases teóricas lingüísticas. Por otra parte, considerar como la organización del aula y las estrategias pedagógicas utilizadas por el profesor pueden potenciar el aprendizaje del equilibrio químico.

En relación a las características que tiene el aula de química del caso estudiado, se ha observado que es un espacio en el que los estudiantes son los protagonistas, libre de amenazas y miedo, donde todos son partícipes y escuchan y respetan a los demás. Es así como en las clases de química, se identifica que el docente siempre busca un conocimiento colectivo que apoye y potencie el aprendizaje individual, por ende, en el aula siempre se suscitan discusiones, se presentan argumentos y contraargumentos que enriquecen la capacidad de defender sus creencias o concepciones, adicionalmente, se seleccionan casos para ser estudiados sobre el equilibrio químico que tengan relación con la cotidianidad de los estudiantes. Lo anterior se confirma con una entrevista realizada a un estudiante del caso:

...La enseñanza del profesor es muy diferente a la empleada en otras asignaturas ya que se basa en una metodología en donde permite al estudiante participar activa y asertivamente en clase por medio de un constante diálogo, resolución de situaciones problemas y la posición crítica a adquirir frente a los conocimientos de nuestros compañeros, profesor o nosotros mismos; acompañados, claro está, con argumentos firmes y propios del área⁶...

5 Documento P42. Entrevista a estudiantes

6 Documento P38. Entrevista a estudiantes.

Con respecto a las estrategias de enseñanza que utiliza el profesor en las clases de química, se pueden destacar dos que usa frecuentemente y que sirven para que los estudiantes organicen sus ideas y mejoren su entendimiento. La primera de ellas, es conocida como el POE (predecir, observar y explicar) la cual le permite al profesor conocer qué tanto comprenden los estudiantes sobre el fenómeno estudiado, al enfrentarlos a tres tareas específicas: 1. predecir y justificar los posibles resultados de algún experimento que se va a realizar; 2. observar y registrar las observaciones detalladamente del experimento que se realice; y 3. explicar lo observado, analizar y comparar sus predicciones con los resultados para que sean replanteadas.

La segunda estrategia utilizada por el profesor, es conocida como tiempo de espera, la cual consiste en darles algunos segundos a los estudiantes para que organicen sus ideas antes de exponerlas. Lo anterior, con el propósito que estos sean conscientes de la importancia de elaborar respuestas que tenga una coherencia y terminología adecuada; por lo general, el maestro asigna de cinco a veinte segundos donde el estudiante realice esta organización y exprese de mejor forma sus ideas y entendimientos.

Algunas características a considerar en la gestión del aula, las cuales también ejercen una fuerte influencia en el aprendizaje del equilibrio químico son la organización del salón, las actividades de aprendizaje de perspectiva sociocultural, el uso de TIC como herramienta cognitiva y, el compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal de los estudiantes. La primera de ellas, es necesaria para la dinámica de las clases de química, por lo cual los estudiantes se organizan en pequeños grupos de discusión y estructura interactiva con toda la clase. La segunda característica, son las actividades de aprendizaje de perspectiva sociocultural, donde los estudiantes pueden alcanzar una comprensión recíproca del equilibrio químico cuando evalúan sus propios textos para hacer correcciones pertinentes, contraargumentan las ideas de sus

compañeros y escriben diferentes tipos de textos. La tercera característica, es el uso de TIC como una herramienta cognitiva, que le permite al docente representar las ideas que estructuran el tópico de equilibrio químico utilizando animaciones, videos o laboratorios virtuales. Esta herramienta, también, posibilita la gestión de manera efectiva de la enseñanza, dado que, el profesor cuenta con artefactos tecnológicos con los que puede proyectar diferentes actividades, así como que cada estudiante tenga un computador para realizar consultas, lecturas y escritos, lo que resulta novedoso e interesante para ellos.

Finalmente, una característica más que debe tener el aula de química son los acuerdos y compromisos que el docente pactan con los estudiantes, con los cuales, él es el organizador y facilitador de las actividades y los estudiantes quienes deben gestionar su aprendizaje y el de la comunidad. Para ello, ellos adquieren compromisos a nivel comportamental, con la conducta que tenga en las clases; cognitivo, al generar preguntas y contraargumentos, al participar activamente en las discusiones, y, motivacional, con la actitud e interés que reflejen para aprender.

Simultáneamente, el docente realiza en su clase una instrucción explícita del uso del lenguaje científico en el aula de química. Dicha instrucción de las estrategias de lectura, oralidad y escritura estimula la transformación del conocimiento de los estudiantes, ya que, le permite tomar conciencia de la relación intrínseca entre el aprendizaje de la química y la práctica del lenguaje científico. Para esta instrucción, es importante que de la misma forma como los estudiantes aprenden a hacer ciencias al lado de un docente idóneo y competente, aprendan a leer, escribir y hablar de ciencias junto a un profesional que conozca los referentes lingüísticos de la disciplina.

Es así como Diego les enseña a sus estudiantes los procesos de lectura comprensiva, la utilización de terminología científica para expresar claramente sus ideas y, cómo escribir un texto con coherencia y cohesión que represente claramente la intención

comunicativa de cada uno de ellos. De igual modo, en las clases de química el docente instruye a sus estudiantes sobre cómo deben expresar sus ideas al momento de hablar. Igualmente, los estudiantes son instruidos en la escritura, aprenden sobre las reglas y significados de escribir con actividades como el análisis detallado de las características lingüísticas de ejemplos textuales, construcción conjunta de diversos tipos de textos, revisión de sus textos para calificar la forma y función del mismo.

Por último, uno de los textos trabajados en el aula mediados por las TIC está relacionado con las reacciones reversibles, el cual permitió evidenciar el aprendizaje que alcanzaron los estudiantes, puesto que en sus explicaciones logran explicar los procesos que ocurren a nivel submicroscópico. Además, del uso que hacen de los conceptos trabajados anteriormente, trayéndolos a la mente para poder explicar y entender lo sucedido en este tipo de reacciones. Lo anterior, también se puede constatar en el resultado de la ganancia de Hake que permite comprender el rendimiento positivo que se obtuvo al final de la intervención, afirmando que todo el proceso educativo descrito en cada una de las categorías permitió que los estudiantes aprendieran sobre equilibrio químico.

5. Conclusiones

Finalmente, es posible concluir que el enfoque de investigación de carácter mixto generó una serie de evidencias que apoyan la hipótesis de que la implementación de la estrategia de escribir para aprender asiste a los estudiantes en la construcción de la comprensión de las entidades y procesos que subyacen del equilibrio químico.

En este sentido, la incidencia efectiva de la estrategia de escribir para aprender el contenido de equilibrio químico se corrobora por medio del índice de 0,82, valor que indica el haber alcanzado por parte de los estudiantes un nivel de comprensión del contenido alto. Por otra parte, la introducción de la estrategia de escribir

para aprender tiene una incidencia positiva en la comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno del equilibrio químico. Esto debido a que, la amalgama de los diferentes elementos que constituyen la estrategia les da la oportunidad a los estudiantes de desarrollar un pensamiento de orden superior. Así pues, la relación de las tres habilidades lingüísticas oralidad, lectura y escritura parece acrecentar el aprendizaje del equilibrio químico y mejoran el procesamiento cognitivo del mismo.

Por lo cual, se destaca la importancia que tiene trabajar las tareas de escritura acompañadas de procesos antecesores de discusión y lectura comprensiva. Igualmente, se estima que los estudiantes pueden aprender química a través del uso adecuado de actividades de lectura, oralidad y escritura. Así, hablar de química desarrolla la competencia de la argumentación, leer les permite ampliar los marcos de conocimientos manejados por ellos y escribir lleva su pensamiento a un nivel superior. También, se puede garantizar que los elementos que componen a las tareas de escritura son clave en las clases de química. Debido a que, al combinar éstos resulta una variedad de opciones y demandas de tareas que pueden ser efectivas para mejorar el aprendizaje de los conceptos que configuran al equilibrio químico. Para lo anterior, es necesario que los estudiantes reescriban, revisen y mejoren sus escritos continuamente, lo que les proporciona la oportunidad de generar y refinar nuevas comprensiones. Así mismo, considerar los diferentes elementos que configuran las tareas, les permite a los estudiantes realizar un plan de escritura, ya que, según el propósito, la audiencia y el tipo de texto deben organizar sus ideas, la terminología a utilizar y la estructura del texto con el cual pretenden comunicar su entendimiento. Se debe agregar que, trabajar en el aula con elementos como la diversidad de conocimiento, el progreso continuo y colectivo, y, la gestión de los estudiantes de su aprendizaje, que caracterizan a una comunidad de aprendizaje, incide positivamente en el aprendizaje del equilibrio

químico. Así pues, al enfrentar a los estudiantes a resolver las cosas por sí mismos, trabajar en grupo y hablar, escuchar, leer y escribir sobre ciencia son mecanismo de apropiación y oportunidades para que los estudiantes comprendan las entidades y procesos que subyacen al fenómeno de equilibrio químico.

No obstante, aunque la incidencia de la estrategia de escribir para aprender fue positiva en la comprensión del equilibrio químico, se debe considerar que el caso estudiado es ideal, puesto que en el aula de éste se considera el lenguaje como una herramienta de comunicación y aprendizaje de la química. De ahí, surge la necesidad de formar profesores que valoren el lenguaje como un elemento constitutivo del conocimiento científico, además, de enseñar la química ayuden a desarrollar las habilidades lingüísticas, concibiéndolas como una herramienta de pensamiento y aprendizaje y, no solo de enseñanza. Así pues, el maestro puede enseñar a leer y a escribir en el proceso simultáneo de la enseñanza de la química y el uso del lenguaje.

6. Referências

- ALBAYERO, M. S., TEJADA, M., & CERRITOS, J. D. J. (2020). Una aproximación teórica para la aplicación de la metodología del enfoque mixto en la investigación en enfermería. *Entorno*, (69), 45-50. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i69.9562>
- APPLEBEE, A.N. Learning to write in the secondary school (Final Report). 270. Stanford Univ., CA. School of Education. Re-Armbruster. 1983.
- BIELACZYK, K., & COLLINS, A. Learning communities in classrooms: A reconceptualization of educational practice. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, Boston: Inglaterra. 1999. 269-292.
- CAMPANARIO, J. M., & BALLESTEROS, R. A short program for teaching chemical equilibrium. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 10(2), 87-94. 1991. <https://doi.org/10.1093/teamat/10.2.94-a>
- CASSANY, D. La mediación lingüística: ¿una nueva profesión? *Terminómetro*, 2 [Número especial: La terminología en España], 62-63. (1996).
- ERICKSON, G. L., & MacKinnon, A. M. Seeing classrooms in new ways: On becoming a science teacher. *The reflective turn: Case studies in and on educational practice*, 15-36. 1991.
- GARAY, A.; CANDELA, B. & VIÁFARA, R. Teorías del diseño instruccional y los objetos de aprendizaje: El caso del equilibrio químico dinámico. Universidad del Valle. 2015.
- GLYNN, S. M. & MUTH, K. D. Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 1057-1073. 1994. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310915>
- GREENBOWE, T. J.; RUDD, J. A., & HAND, B. M. Using the science writing heuristic to improve students' understanding of general equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 84(12), 2007. <https://doi.org/10.1021/ed084p2007>
- HAKKE, R. R. Interactive engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanic's test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74. (1998). <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- HALLIDAY, W. G.; YORE, L. D., & ALVERMANN, D. E. The reading-science learning-writing connection: Breakthroughs, barriers, and promises. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 877-893. 1994. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310905>
- HOHENSHELL, L. M. & HAND, B. Writing-to-learn Strategies in Secondary School Cell Biology: A mixed method study. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 261-289. 2006. <https://doi.org/10.1080/09500690500336965>
- KEYS, C. W.; HAND, B., PRAIN, V., & COLLINS, S. Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of research in science Teaching*, 36(10), 1065-1084. 1999. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199912\)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I)
- KINTSCH, W. Learning from text. *Cognition and Instruction*, 3, 87-108. 1986. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0302_1
- PERKINS, D. N. & UNGER, C. Teaching and learning

- for understanding. Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, 2, 91-114. 1999.
- PRAIN, V. & HAND, B. Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 12(6), 609-626. 1996. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(96\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(96)00003-0)
- RIVARD, L. O. P. A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983. 1994. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310910>
- RIVARD, L. P. & STRAW, S. W. The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science & Education*, 84, 566-593. 2000. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200009\)84:5<566::AID-SCE2>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200009)84:5<566::AID-SCE2>3.0.CO;2-U)
- ROTH, K. J. Developing meaningful conceptual understanding in science. *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, 139-175. (1990).
- ROWELL, P. M. Learning in school science: The promises and practices of writing. 1997. <https://doi.org/10.1080/03057269708560102>
- SANTA, C.M. & HAVENS, L.T. Learning through writing. In C.M. Santa & D.E. Alvermann (Eds.), *Science learning: Processes and applications* (pp. 122- 133). Newark, DE: International Reading Association. 1991.
- STRAUSS, A. & CORBIN, J. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Traducida por Eva Zimmerman de Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, Facultad de enfermería (Trabajo original publicado en 1990). 2002.
- STAKE, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.

