



“La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico”

Lucy Margoth Ortiz Cáceres

Universidad del Valle

Instituto de Educación y Pedagogía

Maestría en Educación Énfasis Enseñanza de las Ciencias

2017



“La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico”

Lucy Margoth Ortiz Cáceres

Director:

Mg. Boris Fernando Candela Rodríguez

Universidad del Valle

Instituto de Educación y Pedagogía

Maestría en Educación Énfasis Enseñanza de las Ciencias

2017

Agradecimientos

Este trabajo es producto de una serie de bendiciones y de personas que hacen parte de mi vida y que aportaron en varios sentidos a lograr culminar satisfactoriamente este reto académico. Por ello, primero debo agradecer a DIOS por la oportunidad que me regaló de realizar esta maestría, la paciencia, sabiduría y fuerza que me dio en cada momento que lo necesite. Igualmente agradezco a mis padres por la confianza que tuvieron en mí, por el apoyo incondicional que he recibido todo el tiempo y por su forma de amar, gracias Vilma y Ramiro. También debo agradecer a mis hermanas Tania y Jenny por las fuerzas, el tiempo y las palabras de ánimo que me regalaron en todo el tiempo. Así mismo, debo dar gracias infinitas a mi pareja por todo su amor, comprensión, fuerza, ánimo y, sobre todo por soportar mis crisis académicas y estar ahí para ayudar a superarlas. Así mismo a mis hermanas de la vida Vanessa y Lore que desde hace un buen par de años su amistad, cariño y apoyo los he sentido incondicional.

Además, quiero agradecer al Profesor Boris Fernando Candela, quien me dio la oportunidad de trabajar junto a él, pero sobre todo que me regaló todo el tiempo necesario, me compartió su conocimiento, sabiduría y sus experiencias, por creer en mí y potenciar mis habilidades. Gracias Profe por ser un padre académico e incluso brindar su amistad y confianza, es grato tener en mi camino la oportunidad de saber que puedo seguir contando con una persona como usted, un MAESTRO en todo el sentido de la palabra. Por último, debo agradecer al profesor Edwin German García, por el apoyo, la ayuda y paciencia que me brindó para poder culminar este proceso académico.

Resumen

Diferentes estudios han revelado la importancia que tiene la introducción del lenguaje al aula como una herramienta de pensamiento y aprendizaje de los contenidos científicos. Sin embargo, muchos de éstos se han enfocado en la lectura y oralidad como medios para comprender los contenidos, descuidando la competencia de la escritura como herramienta que dinamiza la internalización de estos tópicos. De ahí que, este estudio pretende documentar empíricamente la importancia de la introducción explícita de la escritura como una herramienta para la comprensión de la química en estudiantes de grado undécimo, por lo cual responde a la siguiente pregunta de investigación ¿Qué incidencia tiene introducir al aula la estrategia de escribir para aprender, en la comprensión del concepto equilibrio químico?

En este sentido, se utiliza una metodología de enfoque mixto por estudio de casos, donde se recogen los datos desde fuentes cuantitativas y cualitativas, para los primeros se usa un test, y para los segundos, la observación, notas de campo, vídeos de clase, documentos de los estudiantes y entrevistas. Los datos cuantitativos se analizan a través del uso de un estadístico de ganancia de aprendizaje de Hake, y, los datos cualitativos por medio del uso de un software ATLAS.ti con el fin de construir una teoría de carácter naturalístico, que se triangula con los resultados arrojados por el estadístico, y de esta forma darle solución al problema, teniendo como resultado cuatro generalizaciones naturalísticas que permiten crear una teoría del caso estudiado, evidenciando una incidencia positiva en el aprendizaje.

Palabras claves: escritura; oralidad; lectura; comunidad de aprendizaje; equilibrio químico.

Abstract

Different studies have revealed the importance of introducing language to the classroom as a tool for thinking and learning about scientific content. However, many of these have focused on the reading and orality as a means to understand content, neglecting the competence of writing as a tool that invigorates the internalization of these topics. Hence, this study intends to empirically document the importance of the explicit introduction of writing as a tool for the understanding of chemistry in eleventh grade students, which is why it answers the following research question: What is the incidence of introducing to the classroom The strategy of writing to learn, in understanding the concept of chemical equilibrium?

In this sense, a mixed approach methodology is used by case study, where the data is collected from quantitative and qualitative sources, for the former a test is used, and for the latter, observation, field notes, class videos, Student papers and interviews. Quantitative data are analyzed through the use of a Hake learning gain statistic, and qualitative data through the use of

the ATLAS.ti software in order to construct a naturalistic theory that is interpolated with Results produced by the statistic, and thus give solution to the problem, resulting in four naturalistic generalizations that allow to create a theory of the case studied, evidencing a positive impact on learning.

Keywords: writing; Orality; reading; learning community; chemical balance.

Tabla de contenido

Resumen	4
Abstract	4
Tabla de tablas.....	8
Tabla de figuras.....	9
La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico.....	10
1 Capítulo I. Presentación del Problema	13
1.1 Justificación.....	13
1.2 Antecedentes	16
1.2.1 El lenguaje y la educación en ciencias.	17
1.2.2 La escritura como estrategia de aprendizaje de las ciencias.	19
1.2.3 El aprendizaje del equilibrio químico.	21
1.3 Planteamiento del problema	23
1.4 Hipótesis	28
1.5 Objetivos	29
1.5.1 Objetivo general.....	29
1.5.2 Objetivos específicos.....	29
2 Capítulo II. Marco Teórico.....	30
2.1 La integración del lenguaje al aula de ciencias: elemento clave para la alfabetización científica 30	
2.2 El lenguaje como una de las herramientas para construir conocimiento científico en el aula..	31
2.3 El lenguaje en la educación en ciencias.....	33
2.4 El aula de ciencias como una comunidad de aprendizaje	35
2.4.1 Elementos claves de la comunidad de aprendizaje.	36
2.5 Perspectivas de integración de la escritura al aula de ciencias: modernista y postmodernista.	38
2.5.1 El modernismo.	39
2.5.2 El posmodernismo.....	40
2.6 La estrategia de escribir para aprender química.	41
2.6.1 Introducción al aula de ciencias de la estrategia de escribir para aprender.	41
2.6.2 El modelo de escribir para aprender.	45

2.7	La química: un asunto de comprender las representaciones.....	50
2.7.1	Tres niveles de representación.....	51
2.8	Enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico	55
2.8.1	El equilibrio químico: un contenido generativo del currículum de la química.....	55
2.8.2	Dificultades y concepciones alternativas sobre equilibrio químico.....	56
3	Capítulo III. Metodología	59
3.1	Justificación de selección del caso	60
3.2	Selección de las técnicas y los instrumentos de recolección	64
3.2.1	Aplicación de pruebas objetivas y test.	65
3.2.2	Observación no participante y grabación de vídeos de las lecciones.	67
3.2.3	La entrevista.....	68
3.2.4	Documentos: escritos de los estudiantes.....	70
3.3	Análisis de datos	71
3.3.1	Fase 1: Análisis de datos cuantitativos.	71
3.3.2	Fase 2: Análisis de datos cualitativos.....	74
4	Capítulo IV. Resultados	86
4.1	El efecto de relacionar la oralidad, la lectura y la escritura para la comprensión del equilibrio químico.	86
4.2	La implementación de un modelo de escritura como una herramienta de aprendizaje y comprensión del equilibrio químico.	93
4.3	El aula de química: comunidad de aprendizaje mediada por el lenguaje escrito.	102
4.4	Las prácticas experimentales, el lenguaje escrito y las TIC, herramientas que median la comprensión del equilibrio químico.	109
	Capítulo V. Conclusiones.....	118
	Referencias Bibliográficas.....	121
	Anexo 1. Test de Equilibrio Químico.....	126
	Anexo 2. Red Categoría Relaciones Entre Hablar, Leer, Escribir y Aprender.....	130
	Anexo 3. Red Categoría Elementos Que Configuran Las Tareas De Escritura	131
	Anexo 4. Red Categoría Características del Aula de Química.....	132
	Anexo 5. Red Categoría Integración de las Prácticas Experimentales, Textos Multimodales y Tic	133
	Anexo 6. Red Categoría Medular la Estrategia de Escribir para Aprender como una Herramienta para la Comprensión del Equilibrio Químico	134

Tabla de tablas

Tabla 1.	32
Tabla 2.	48
Tabla 3.	57
Tabla 4.	66
Tabla 5.	68
Tabla 6.	69
Tabla 7.	72
Tabla 88.	78
Tabla 109.	83

Tabla de figuras

Figura 1. Modelo de Escribir para Aprender Ciencias.	46
Figura 2. Los tres niveles de representación en las ciencias física.	53
Figura 3. Modelo esquematizado del aprendizaje.....	54
Figura 4. Ejemplo de selección de unidades de análisis	76
Figura 5. Ejemplo de asignación de códigos	77

La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico

Toda la interacción que hemos tenido en nuestras vidas esta medida por el uso del lenguaje, ya sea escrito, gestual, oral, entre otros, lo que nos permite reconocer la importancia que tiene éste para nuestras vidas y la comprensión del entorno donde nos encontramos. Sin embargo, en las aulas el uso del lenguaje se limita a la comunicación entre los agentes que la componen, en especial en un sentido, donde el estudiante se limita a escuchar a su profesor. Cabe mencionar que, en los últimos años, esta situación ha cambiado porque diferentes sociolingüistas se han interesado en estudiar la importancia que tiene introducir al aula el lenguaje como una herramienta de aprendizaje, para ello, también debe concebirse el aula como una comunidad de aprendizaje donde sean los estudiantes los protagonistas de su propio aprendizaje.

En este sentido, en el presente estudio se indaga la incidencia que tiene la introducción al aula de la estrategia de escribir para aprender en la comprensión del concepto equilibrio químico. Dicha incidencia se evalúa en un caso particular, donde se tuvo en consideración elementos fundamentales en el proceso de enseñanza- aprendizaje, tales como los estudiantes, el maestro, la estrategia de enseñanza y el material de instrucción.

Tomando como punto de referencia lo anterior este estudio tiene como propósito dar solución al siguiente interrogante: ¿Qué incidencia tiene introducir al aula la estrategia de escribir para aprender, en la comprensión del concepto del equilibrio químico? Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica con el fin de conocer los elementos necesarios en la estrategia de escritura, igualmente, se trabajó bajo una metodología mixta, donde se tomaron datos desde diferentes fuentes cuantitativas como cualitativas, con las cuales se realizó una teorización de la incidencia que tiene la escritura para el aprendizaje del equilibrio químico.

En los referentes teóricos revisados durante el estudio, se afirma que la incidencia que tiene el lenguaje escrito en el aprendizaje y comprensión de conceptos científicos de los estudiantes es positiva. Lo anterior, se debe a que el proceso de escribir les permite a los estudiantes avanzar en el razonamiento lógico (Vygotsky, 1978, citado por Holliday, Yore, & Alvermann, 1994, p 478). Por ende, se puede asentar que la escritura es la habilidad lingüística que recoge de forma

sistemática tanto a la oralidad como a la lectura, las cuales les brinda a los estudiantes herramientas para poder plasmar finalmente su comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno del equilibrio químico, lo que les exigirá considerar elementos como propósito del texto, la audiencia a quien va dirigido y el método de producción (Rivard, 1994; Keys, Hand, Prain & Collins, 1999; Hohenshell & Hand, 2006).

Estos últimos elementos, se estiman por una investigación realizada donde Hand y Prain (1996) describen los dos modelos de escritura que han se han considerado en la educación en ciencias, modernismo y posmodernismo y diseñaron un modelo que oriente la integración del lenguaje al aula como una estrategia de pensamiento y aprendizaje denominada, estrategia de escribir para aprender ciencias. En esta estrategia se abordan elementos como el tipo de escritura; los propósitos de escritura; la audiencia; la estructura del concepto y el método de producción de texto. Finalmente, los autores afirman que la estrategia de escritura es un aspecto relevante para que los estudiantes logren comprender las entidades y procesos que subyacen al mundo natural, en el caso de la investigación, la comprensión del equilibrio químico y los conceptos que configuran a éste.

Así que, este estudio se plantea como hipótesis que la introducción explícita de la estrategia escribir para aprender en el aula de química asiste a los estudiantes de grado undécimo en la comprensión profunda del concepto equilibrio químico, además le brinda la oportunidad de que continúen extendiendo un pensamiento de orden superior. Y como objetivo general, se propone identificar la incidencia de la estrategia de escribir para aprender como un mediador en la comprensión del concepto equilibrio químico; además, 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 por último, documentar y representar la comprensión del concepto del equilibrio químico mediada por la introducción de la estrategia de escribir para aprender química.

Finalmente, el informe de la presente investigación lo estructuran cinco capítulos que se describen a continuación.

En el capítulo 1, se desarrolla una de las partes fundamentales de la investigación, como: la justificación e importancia de la realización del estudio en la educación en ciencias, la revisión de los antecedentes y, la formulación y sustentación del problema a investigar.

En el capítulo 2, se elabora el marco conceptual, en el cual se presentan los referentes de: la integración del lenguaje al aula de ciencias: elemento clave para la alfabetización científica, el lenguaje como una de las herramientas para construir conocimiento científico, el lenguaje en la educación en ciencias, el aula de ciencias como una comunidad de aprendizaje, las perspectivas de integración de la escritura al aula de ciencias: modernista y postmodernista, la estrategia de escribir para aprender química y la enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico.

En el siguiente capítulo 3, se encuentran la hipótesis, los objetivos y los aspectos metodológicos, donde se decidió el tipo de metodología a utilizar, la selección del caso estudiado, los instrumentos de recolección de datos y el análisis de los mismos.

Los resultados del estudio se presentan en el capítulo 4, los cuales son cuatro generalizaciones naturalísticas que componen la teoría de la investigación, estas son: el efecto de relacionar la oralidad, la lectura y la escritura para la comprensión del equilibrio químico, la implementación de un modelo de escritura como una herramienta de aprendizaje y comprensión del equilibrio químico, el aula de química: comunidad de aprendizaje mediada por el lenguaje escrito y las prácticas experimentales, el lenguaje escrito y las TIC, herramientas que median la comprensión del equilibrio químico.

Por último, en el capítulo 5 se encuentran las conclusiones a las que se llegaron después de todo el desarrollo de la investigación.

1 Capítulo I. Presentación del Problema

1.1 Justificación

“La necesidad de estudiar el efecto de la integración de la estrategia de escribir para aprender en la comprensión de un concepto específico de química”

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 un instrumento de pensamiento y aprendizaje de esta disciplina. En efecto, en los ambientes de aprendizaje de corte convencional los estudiantes son típicamente interrogados desde una perspectiva triádica, donde se presenta una información para que el estudiante la interprete y posteriormente se realizan una serie de preguntas donde se espera que él conteste una réplica de lo presentado; situación que induce a éstos a responder tanto de manera oral como por escrito por medio de frases cortas, gramaticalmente simples y frecuentemente incompletas. Adicionalmente, los textos formulados por ellos están dirigidos principalmente a una audiencia como el profesor, y su intención comunicativa descansa más en lograr una calificación aprobatoria que comunicarle a una audiencia particular la comprensión de un conocimiento específico (Applebee, 1983; Fellows, 1994; Holliday, Yore, Alvermann, 1994; Klein, 1999; Rivard, 1994; Rowell, 1997, citados por Holliday, Yore, & Alvermann, 1994).

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. En efecto, la internalización de esta clase de conceptos requiere que los estudiantes desarrollen instrumentos de pensamiento de orden superior, entre los que se destacan las habilidades de la oralidad, la lectura y la escritura; para ello, se debe de enfrentarlos con actividades de aprendizaje de perspectiva sociocultural (Anderson y Roth, 1988; Carey, 1986; Glaser, 1982; Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982, citados por Fellows, 1994).

Por otra parte, resulta necesario destacar que el lenguaje juega un papel crítico en el aprendizaje de la química, éste le permite al estudiante activar sus conocimientos previos de un concepto y articularlo de manera deliberada con las nuevas representaciones a las que se está enfrentando, y de esta manera lograr un pensamiento más refinado del tema en cuestión (Healy & Barr, 1991, citados por Prain & Hand, 1996). Adicionalmente, este instrumento también les permite a los estudiantes en un primer momento, por medio de la oralidad tomar consciencia de sus concepciones alternativas, y posteriormente lograr que estas evolucionen de manera progresiva a través de la lectura y la escritura hacia los modelos teóricos formulados por la comunidad científica (Halliday & Martin, 1993; Hand, Prain, Lawrence & Yore, 1999; Keys, 1999; Lemke, 1990; Roth & Roychoudhury, 1992, citados por Hohenshell, L. M., & Hand, B. 2006). Desde luego, que esta última habilidad lingüística recoge de manera sistemática a las otras dos, permitiéndoles a los estudiantes ser más conscientes del uso clave del lenguaje como un instrumento que suministra la posibilidad para alcanzar un pensamiento más complejo del contenido (Rivard, 1994; Keys, Hand, Prain & Collins, 1999; Hohenshell & Hand, 2006).

Los anteriores presupuestos están alineados con los resultados arrojados por los estudios de la integración al aula de la estrategia de escribir para aprender química. De hecho, dichos resultados dejan evidenciar que esta estrategia asiste a los estudiantes durante la comprensión de los conceptos de la química, dado que, esta les induce a realizar procesos metacognitivos, los cuales son materializados por medio de un texto escrito sobre el cual se puede reflexionar con el fin de refinar la articulación semántica y jerarquización del conjunto de ideas que configuran el concepto científico en cuestión (Hand et al., 2002; Applebee, 1984; Bereiter & Scardamalia, 1987; Rivard, 1994; Rowell, 1997, citados por Hohenshell, L. M., & Hand, B., 2006)

Adicionalmente, la psicológica cognitiva y sociocultural también considera que el acto de escribir con cohesión y coherencia vincula razonamientos complejos los cuales promueven la comprensión de un contenido específico. Así pues, en primer lugar esta estrategia de aprendizaje le brinda la posibilidad al estudiante de volver consciente sus concepciones alternativas, por medio de la representación material de esta. En segundo lugar, la revisión de la micro y macroestructura lingüística del cuerpo de conocimiento de dicho texto, le proporciona al aprendiz la oportunidad de identificar las diferentes relaciones semánticas establecidas entre las proposiciones.

Naturalmente, este proceso metacognitivo brinda la posibilidad de extender la comprensión del contenido. En tercer lugar, dicha revisión le permite evidenciar la coherencia y contradicciones en la estructura lógica del texto con el ánimo de reelaborarlo. Definitivamente, la estrategia de escribir para aprender química requiere de los estudiantes la capacidad de llevar a cabo búsquedas reflexivas hacia atrás y hacia delante de sus textos con el propósito de direccionar temas de coherencia y claridad textual, aspectos que le facilitan al potencial lector el poder llevar a cabo una lectura entre líneas y detrás de líneas (Kouba, 1999; Martin & Veel, 1998; Scheppegrell, 1998, citados por Hand & Prain, 2001).

Ahora bien, para lograr que la estrategia de escribir para aprender química sea exitosa, resulta necesario considerar el aula como una comunidad de práctica donde se direccionan distintos tipos de tareas de escritura, dentro de un ambiente de apoyo y libre de amenaza en el cual se toleran las múltiples interpretaciones. De hecho, el escenario que suministra dichas tareas le permite al aprendiz desarrollar una comprensión de las estrategias lingüísticas apropiadas con la intención de usarlas durante la construcción del texto; para ello, procesa conceptos, sintetiza e interpreta ideas, debate y persuade a sus pares. Igualmente, estas clases de tareas le exige a él manipular nuevos contenidos, clarificar ideas, defender la comprensión emergente, y no sólo demostrar al profesor lo que ya conoce de forma evaluativa (Holliday, Yore, y Alvermann, 1994).

Por otro lado, el presente estudio de caso, posibilita la obtención de conocimiento sobre cómo integrar la estrategia de la escritura en el aula de química como un instrumento de pensamiento y aprendizaje. Desde luego, la comprensión de dicho caso suministra elementos teóricos y metodológicos sobre cómo introducir de manera efectiva los aspectos claves de dicha estrategia (ej., tipos de tareas, audiencia, propósito, género, momentos y medios de escritura), los cuales andamian la comprensión del concepto del equilibrio químico.

Por lo que se refiere al concepto del equilibrio químico, los educadores de profesores e investigadores afirman que éste resulta ser clave dentro del currículum de la química, ya que, es central a la disciplina y presenta gran conectividad dentro y a lo largo de los grados de escolaridad. Esta coherencia horizontal y vertical es necesario para que los estudiantes establezcan las relaciones y clarifiquen las redes conceptuales que configuran dicho concepto con la intención de explicar y predecir fenómenos naturales; para ello, se les deberá enfrentar con actividades de

aprendizaje que recogen diferentes tipos de tareas de escritura (Hanrahan, 1999; Hildebrand, 1998; Prain & Hand, 1996; Rowell, 1997; Sutton, 1992, citados por Hand & Prain, 2001). Dichas tareas son prácticas experimentales las cuales pueden ser recogidas por los estudiantes por medio de informes no convencionales, con actividades que incluyan la producción de textos posterior a discusiones en pequeños grupos, los cuales pueden tener una audiencia y propósito particular que finalizan con la corrección de forma y función de distintos tipos de textos científicos del concepto.

Por todo esto, resulta pertinente introducir al aula la estrategia de escribir para aprender química, ya que se considera que el uso de esta proporciona ganancias en el aprendizaje de los estudiantes cuando ellos escriben sus propias versiones de la comprensión de un concepto. De hecho, este proceso les permite clarificar y consolidar el conocimiento conceptual (Hand & Prain, 2001). Igualmente, esta estrategia admite que los estudiantes continúen extendiendo su comprensión del concepto en cuestión cuando son capaces de comunicar por escrito un cuerpo de conocimientos debidamente jerarquizados y relacionados con un propósito comunicativo determinado.

1.2 Antecedentes

Este apartado reúne los aportes extraídos de distintas investigaciones consideradas claves para el desarrollo de este estudio. Para ello, se estimó definir tres pilares fundamentales que permite clasificar los antecedentes revisados, los cuales son:

1. El lenguaje y la educación en ciencias: este pilar resulta necesario para conocer cómo el lenguaje asiste al estudiante en la co-construcción de la comprensión de las entidades y procesos que subyacen los fenómenos naturales, y cuál debe ser el papel del docente y del estudiante dentro de una comunidad de aprendizaje mediada por el discurso científico.
2. La escritura como estrategia de aprendizaje de las ciencias: aquí se presentan investigaciones que permiten conocer específicamente cómo la escritura es una estrategia de

pensamiento y aprendizaje de los contenidos de las ciencias, la cual recoge las habilidades lingüísticas de la oralidad y la lectura de textos. Adicionalmente, dichos estudios han abordado los aspectos positivos de la estrategia de escribir para aprender ciencias y, el efecto que esta tiene en el aprendizaje de los contenidos de las ciencias.

3. El aprendizaje del equilibrio químico: estos referentes abordan los elementos teóricos acerca de las dificultades/limitaciones y concepciones alternativas sobre el equilibrio químico. Adicionalmente, en éstos se representa el papel clave que juega dicho contenido dentro del currículo de la química.

1.2.1 El lenguaje y la educación en ciencias.

Candela y Espinosa (2016) en su artículo recopilan una revisión reflexiva de la literatura sobre la introducción del lenguaje de forma explícita al aula de ciencias con el fin de responder a la pregunta ¿Qué dice la literatura sobre la integración del lenguaje al aula de ciencias como una herramienta de aprendizaje y de pensamiento de las ciencias? Para ello, realizaron el análisis de contenido de artículos y libros, el cual brinda elementos para el diseño de actividades de aprendizaje que medien la comprensión de los tópicos de las ciencias mediado por el uso del lenguaje de manera consciente. De dicha revisión se establecieron unidades de análisis a partir de los resultados obtenidos que posteriormente se validaron con la triangulación. Estos resultados confirman la importancia del ingreso del lenguaje al aula de forma consciente, interactiva y subsidiaria; además, que la comprensión conceptual de los tópicos de las ciencias ocurre cuando los estudiantes interaccionan en actividades basadas en lenguaje. Finalmente, la necesidad que el lenguaje cotidiano de los estudiantes evolucione de manera progresiva hacia el lenguaje científico como consecuencia de la participación en actividades de lectura, escritura y oralidad.

Glynn, & Muth, (1994), en su trabajo de investigación plantean que, en los planes de estudios científicos, la lectura y la escritura son herramientas que sirven para aprender ciencias de manera significativa. Pero estas deben ser utilizadas desde las bases teóricas lingüística y no desde la

intuición de los profesores. Para lo anterior, se recomienda tener en cuenta elementos como los procesos cognitivos de los estudiantes, las actividades de lectura de ciencias, los materiales de trabajo y las actividades de escritura.

De los resultados obtenidos se concluye que, mediante la lectura y la escritura de textos científicos, los estudiantes se familiarizan con las relaciones conceptuales que forman la base de los conocimientos científicos y logran su comprensión, sin embargo, para el uso de estas estrategias los docentes deben ser formados en programas de lectura y escritura en ciencias, además, realizar un trabajo con las editoriales con el fin de producir materiales flexibles para el uso de dichas estrategias. De igual modo, se establece que una de las actividades más efectivas para integrar la lectura y la escritura en al aula de ciencias es pedirles a los estudiantes la elaboración de mapas conceptuales que recojan la comprensión del fenómeno natural dentro de un contexto de coparticipación, e implementar el programa de investigación de ciencias de sistemas tutoriales inteligentes (SIP).

Holliday, Yore y Alvermann (1994), establecen en su estudio un marco extenso que sirve para interpretar y evaluar el impacto que tiene la integración del lenguaje en conjunción con las actividades experimentales al aula de ciencias, en la comprensión profunda de las entidades y procesos de las ciencias. Para lo cual, documenta desde diversos estudios un conjunto de elementos teóricos donde se evidencian los avances, barreras y promesas de dicha estrategia.

En este sentido, este estudio permite evidenciar que el lenguaje juega un papel clave en el aprendizaje de los contenidos de las ciencias, porque permite desarrollar el pensamiento, la exploración, el descubrimiento y la comprensión de los fenómenos naturales. Desde luego, para alcanzar esta meta resulta necesario que cambien los tipos de tareas rutinarias y de bajo nivel cognitivo que se desarrollan en el aula convencional; además, es pertinente formar a los maestros para que enseñen a leer, hablar y escribir de ciencias y sobre ciencias. Igualmente, se hace necesario crear una comunidad de aprendizaje donde el maestro relacione las estrategias cognitivas, metacognitivas y gestión del aula; junto con un modelo de motivación que incluya las expectativas en relación con los estudiantes, valores de rendimiento, los logros y las reacciones afectivas o emocionales.

Este conjunto de investigaciones brinda la oportunidad de evidenciar una serie de elementos teóricos, los cuales ayudaron a configurar el marco teórico que sustenta este estudio. Así pues, la lectura sistemática realizada al cuerpo de conocimientos de dichos documentos permite evidenciar el papel clave que juega el lenguaje como una estrategia de pensamiento y aprendizaje de los contenidos de las ciencias. Asimismo, la importancia que tiene conceptualizar el aula de química como una comunidad de aprendizaje, donde los estudiantes co-construyan los modelos teóricos de esta disciplina por medio de las actividades experimentales en conjunción con el lenguaje. Adicionalmente, esta revisión documental permite justificar la importancia de integrar de manera consciente el lenguaje al aula de química como un mediador del desarrollo del pensamiento y el aprendizaje de la química. Del mismo modo, apoyó la selección del caso de estudio, dado que, dicha lectura dejó ver cuáles son las características que debe tener el profesor que oriente la implementación efectiva de esta perspectiva de enseñanza y aprendizaje.

1.2.2 La escritura como estrategia de aprendizaje de las ciencias.

Fellows (1994) en su investigación lleva a cabo un seguimiento al cambio conceptual sobre los tópicos, naturaleza de la materia y el cambio físico - materia y moléculas, alcanzado por los estudiantes a través del desarrollo de las tareas centradas en la estrategia de escribir para aprender ciencias. Para ello, planteó varias preguntas de investigación: ¿La escritura ayuda a los maestros a ver si los estudiantes están haciendo cambios conceptuales como resultado de la instrucción?; ¿Existe evidencia de que el acto de escribir durante la instrucción apoya cambios conceptuales?; ¿Qué tipos de cambios de pensamiento demuestran los estudiantes durante la instrucción? y ¿Qué tipos de instrucción parecen asociados con los cambios de conocimiento de los estudiantes? Para dar respuesta a dichas preguntas, el autor realizó la aplicación de un pre y pos test, observación no participante de las clases, aplicación de entrevistas al grupo objeto de estudio, construcción de mapas conceptuales y también, se registran las declaraciones escritas de los estudiantes, todo esto con el fin de recoger los datos que permitieran evidenciar el cambio de ideas de los estudiantes antes y después de la intervención. Como resultado de lo anterior, el autor mostró el cambio de las ideas de los estudiantes sobre los conceptos centrales mediados por la estrategia de escribir para

aprender. Además, evidenció que dicha estrategia permite que las concepciones alternativas de los estudiantes se muevan hacia modelos teóricos más refinados. Otro resultado, hace referencia a que dicha estrategia puede mostrar la forma en que los estudiantes están pensando, y de esta forma ayudarlos a tomar conciencia de su propio conocimiento de las ciencias, estimulando su reflexión y retroalimentación.

Hand y Prain (2001) llevan a cabo un estudio longitudinal donde se exponen las preocupaciones de los maestros para implementar exitosamente en el aula la estrategia de escribir para aprender en las clases de ciencias. Para ello, los autores desarrollaron una investigación de corte cualitativo bajo un estudio de caso, en la cual utilizaron diferentes fuentes de recolección de datos (ej., entrevistas semiestructuradas, observación y trabajos escritos de los estudiantes), cuya información fue triangulada con el fin de generar resultados confiables. Adicionalmente, durante el estudio en cuestión se les pidió a los docentes efectuar diferentes tipos de tareas de escritura (previamente diseñadas y sustentadas) teniendo en cuenta la forma, función, audiencia y propósito de las producciones textuales de los estudiantes, esto con el fin de identificar cuales favorecieron más al proceso.

Finalmente, los resultados de esta investigación sugieren la importancia de formar previamente a los docentes con el fin de que tengan elementos teóricos y metodológicos pertinentes para la implementación exitosa de la estrategia de escribir para aprender ciencias. Así mismo, dichos resultados proporcionan una serie de respuestas a los interrogantes más comunes sobre la integración del lenguaje al aula formulados por los profesores, siendo una de las más significativas en el diseño de un modelo de aprendizaje. Por último, el estudio revela la necesidad de analizar los resultados de los estudiantes al utilizar diferentes tipos de tareas de escritura y propósitos para la producción de textos de un mismo concepto, además de destacar la importancia para el aprendizaje del entorno del estudiante.

Hand y Prain (1996) en su investigación desarrollan dos objetivos de investigación: el primero direcciona una revisión documental al conjunto de artículos que recogen una visión general de los dos modelos de escritura que han estructurado la investigación del lenguaje en el aula de ciencias, modernismo y posmodernismo. Así pues, el análisis del cuerpo de conocimiento que configuran a estas fuentes documentales se centró en determinar aspectos, tales como: diferencias, semejanzas,

demandas y requerimientos de los dos modelos. En cuanto al segundo objetivo, tiene como propósito central diseñar un modelo que oriente la integración del lenguaje al aula como una estrategia de pensamiento y aprendizaje denominada, estrategia de escribir para aprender ciencias. Así pues, la estructura de este modelo aborda los siguientes elementos: tipos de escritura; fines de escritura; audiencia o lector; estructura del tema y método de producción de texto. Por último, los autores afirman que la estrategia de escribir para aprender ciencias es uno de los aspectos curriculares que ayudan a andamiar al estudiante para que alcance una comprensión conceptual de las entidades y procesos que subyacen al mundo natural. Para ello, el profesor enfrenta a los estudiantes a auténticas tareas de escritura donde deben realizar producciones textuales para una audiencia particular con propósitos previamente establecidos.

Finalmente, los anteriores estudios permiten conocer la importancia que tiene la integración consciente de la escritura al aula como un recurso mediador del desarrollo del pensamiento y el aprendizaje de los contenidos de las ciencias. Así pues, estos han formulado un modelo denominado estrategia de escribir para aprender ciencias, cuyo marco teórico le brinda al profesor los elementos necesarios para el diseño y la implementación de actividades de aprendizaje focalizadas en la elaboración de genuinos textos dirigidos a verdaderas audiencias con unos propósitos claramente establecidos por el escritor. Por otro lado, los marcos teóricos y metodológicos que sustentan a los estudios bajo consideración han jugado un papel crítico en el desarrollo de esta investigación. Desde luego, éstos han informado de manera clara el desarrollo de las siguientes secciones del informe final, a saber: formulación y planteamiento del problema, justificación de la investigación, elementos del marco conceptual, elementos teóricos que orientan la recolección de datos, fuentes documentales, y diseño metodológico.

1.2.3 El aprendizaje del equilibrio químico.

Rudd, Greenbowe y Hand (2007), investigaron el efecto que tiene la utilización de la escritura de informes de prácticas en formatos no convencionales en la comprensión del estudiante sobre el

equilibrio químico. Para ello, se plantearon como pregunta de investigación ¿Los estudiantes que tienen un formato de laboratorio orientado por preguntas exhiben mejor comprensión de las ecuaciones de equilibrio químico, concentraciones, y conceptos, al ser evaluados por puntajes en un examen cuestionario de lectura y un examen de laboratorio práctico, comparado a estudiantes que tienen el formato de laboratorio estándar?

Para dar respuesta a dicha pregunta, los autores realizan una revisión literaria de dos aspectos claves: la primera, de las bases teóricas de una estrategia escritura que sirva para el aprendizaje de las ciencias, y, la segunda, de las dificultades de aprendizaje del equilibrio químico. Posteriormente, llevan a cabo la selección del caso a estudiar, el cual incluyó estudiantes de maestrías de ciencias e ingeniería, a quienes se les asignaron dos tipos de sesiones de laboratorio: una en la que usaron el formato de laboratorio estándar y la otra usando el formato de laboratorio de la estrategia de escribir para aprender. Adicionalmente, se evaluaron con una entrevista para resolver un caso particular de equilibrio, donde se obtuvieron tres resultados importantes: (1) el uso de un formato no convencional les permitió a los estudiantes una mayor capacidad para identificar la condición de equilibrio y explicar sus aspectos más relevantes; (2) cuando los estudiantes escriben alcanzan un mayor éxito para superar algunas de sus dificultades de aprendizaje; (3) los estudiantes al realizar prácticas científicas en un laboratorio tienen la oportunidad de profundizar su comprensión de los conceptos químicos, debido a que, éstos pueden deliberar y negociar con sus compañeros, y, sintetizar internamente la comprensión de los conceptos utilizando una habilidades como hipotetizar, argumentar, probar y demostrar.

Raviolo y Martínez (2003) en su estudio presentan una revisión de las investigaciones realizadas de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el concepto “equilibrio químico” publicadas en revistas y libros de investigación. Igualmente, se extraen de estas investigaciones las sugerencias didácticas propuestas para superar las dificultades halladas en cada caso. Para la selección de los estudios, se tuvo en cuenta características específicas como tipo de metodología, instrumentos de recolección de datos, intención del autor al conocer las concepciones de los estudiantes, el enfoque de enseñanza, los aspectos más estudiados del equilibrio químico y recursos utilizados. Puesto que la información recogida es extensa, los autores clasificaron las dificultades de aprendizaje, las concepciones alternativas y sugerencias identificadas en 8 categorías. Finalmente, se presentan los resultados que arrojó la investigación: (1) existe un conjunto de

dificultades que se encuentran con gran frecuencia, entre las cuales están: la confusión entre cantidad de sustancia y concentración, la imagen estática de las entidades a nivel molecular y la imagen compartimentada de los reactivos y productos dentro de proceso de equilibrio químico. (2) Las concepciones alternativas más comunes suelen ser universales, ya que, los estudios analizados se han llevado a cabo en diferentes contextos con alumnos de más de 15 países y aún se pueden encontrarse. (3) Las concepciones alternativas del equilibrio químico son reforzadas por una enseñanza de las ciencias tradicional, constituida por exposiciones teóricas donde el estudiante asume un rol pasivo, resolución de problemas algorítmicos y laboratorios como recetas.

Los aportes de estos estudios para el desarrollo de la presente investigación, fueron claves al momento de realizar y justificar la selección del contenido equilibrio químico. Igualmente, ayudaron para revisar la planificación y desarrollo de la enseñanza de este tema central de la química, además las dificultades y concepciones expuestas sirvieron para el análisis de los datos recogidos durante la observación de clases y revisión de los documentos escritos por los estudiantes.

1.3 Planteamiento del problema

En el cuerpo de conocimientos de los National Science Education Standards (1996) se evidencia claramente que la meta del currículum de las ciencias es la alfabetización científica para todos los ciudadanos. Para ello, se hace necesario el diseño de ambientes de aprendizaje centrados en los estudiantes, que brinden la oportunidad para que éstos negocien significados y formas de significar dentro de una comunidad de práctica, con el fin de alcanzar una comprensión de las principales ideas científicas (National Research Council, 1996). Sin embargo, en las últimas décadas diversos estudios han mostrado que la situación real en las aulas de ciencias es completamente diferente a la planteada en dichos estándares. Por ejemplo, la National Assessment of Educational Progress (NAEP) reportó que la enseñanza en ciencias en US es centrada en el profesor y la disciplina, es decir, que la actividad en el aula de ciencias está focalizada en modelos de enseñanza de carácter tradicional descuidando otras perspectivas de enseñanza alternativas (Mullis y Jenkins, 1988), que

son drásticamente diferente de los presupuestos de enseñanza que encarna los National Science Education Standards.

Desde luego, que la enseñanza de las ciencias centrada en el profesor y la disciplina refuerzan en los estudiantes la concepción de la naturaleza de las ciencias como una empresa objetiva, aproblemática y de construcción de modelos teóricos imparciales e infalibles. Por tanto, esta visión lleva a los estudiantes a que frecuentemente fallen para comprender que: (a) las ciencias son inherentemente abiertas, exploratorias y las ideas que se apoyan en las evidencias son falibles; (b) las ciencias no poseen un progreso lineal, sino discontinuo; (c) los modelos teóricos son desarrollados a través de procesos de compartir, debatir y negociar consensos; y (d) la continua indagación es una característica intrínseca de esta empresa (Kyle, Linn, Bitner, Mitchener, y Perry, 1991). La anterior situación se da como consecuencia a que las actividades de aprendizaje en un alto porcentaje están configuradas por especies de tareas rutinarias de un bajo nivel cognitivo, donde el profesor se limita a transmitir de forma monológica una cantidad de información, sin brindarle la oportunidad a los estudiantes para negociar significados y formas de significar, es decir, las clases de ciencias suelen estar mediadas por un aprendizaje pasivo el cual no le permite a ellos construir, comunicar y validar conocimiento dentro de una comunidad de aprendizaje (Newman, 1988; Reif & Larkin, 1991).

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 interaccionando con sus pares académicos (Erickson & MacKinnon, 1991; Roth, 1990). En otras palabras, la comprensión de un concepto primero es alcanzada en un plano intersubjetivo y luego pasa al plano intrasubjetivo (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1996). 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.

Los anteriores presupuestos permiten ver que el lenguaje juega un papel crítico a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje. De ahí que, se considere que las competencias lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura asisten a los estudiantes en la construcción de significados

específicos, los cuales le sirven para darle sentido a una serie de fenómenos naturales en su cotidianidad (Rowell, 1997; Sutton, 1992). Por lo general, el interés por introducir dichas competencias lingüísticas al aula de ciencias ha caído en gran parte dentro del dominio de los educadores del lenguaje y psicólogos. Sin embargo, recientemente los educadores de ciencias han comenzado a reconocer la relación intrínseca entre el lenguaje y las ciencias (Lemken, 1990). Adicionalmente, dicha relación está circunscrita en una perspectiva del constructivismo socio-cultural donde el lenguaje se asume como un instrumento de pensamiento y aprendizaje.

En este sentido, psicólogos sociales y sociolingüistas como Vygotsky y Bajtín, plantean que para la comprensión de un concepto específico debe usarse el lenguaje como elemento de interacción de ideas y prácticas, las cuales se obtiene a través de las relaciones interpersonales e intrapersonales. Así pues, para estos dos autores el aprendizaje es considerado un proceso social en el que los estudiantes se mueven de interacciones interpersonales hasta interacciones intrapersonal, situación que le permite a ellos establecer una relación deliberada entre el conocimiento nuevo y las series de representaciones que descansan en su memoria permanente (aprendizaje) (citados en Rowell, 1997). Para ello, es necesario que los profesores diseñen ambientes de aprendizaje de perspectiva socio-cultural donde se asumen la oralidad, la lectura y la escritura como instrumentos de aprendizaje (Candela y Espinosa, 2016).

Ahora bien, estas asunciones permiten ver que las competencias de la oralidad, la lectura y la escritura juegan un papel clave para la comprensión de los conceptos del currículo de las ciencias. Sin embargo, 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 y Hand, 1996). En efecto, estas son un recurso crítico que apalanca la construcción de un texto con coherencia y cohesión, el cual es producto de la participación activa del estudiante en tareas como discusión, persuasión a sus pares, contraste, inferencia, comparación y explicación que finalmente se traducen de manera permanente por medio de la escritura en un recurso físico o digital.

Todos estos presupuestos, parecen confirmar que la estrategia de escribir para aprender ciencias les brinda a los estudiantes la oportunidad de alcanzar una comprensión, ya que a través de esta ellos 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; las cuales se traducen en la macroestructura y microestructura del texto científico cuyo fin es el de comunicar un patrón semántico.

En este sentido, la acción de representar de forma escrita una serie de ideas previamente discutidas, se convierte en una actividad la cual posee un alto potencial para que el estudiante pueda comprender un concepto. En otras palabras, el acto de escribir de manera reflexiva le brinda la oportunidad al aprendiz para reflexionar sobre la acción; revisar y reestructurar las diferentes relaciones proposicionales que configuran el texto, las veces que sea necesario con el propósito de darle cohesión y coherencia (Rudd, Greenbowe & Hand, 2007). Así pues, las cadenas de razonamiento que subyace al acto de escribir actúan como un instrumento que permite que el lenguaje social cotidiano comience a moverse de manera progresiva hacia el lenguaje social científico, de ahí que, se haya comenzado a considerar a la escritura como la forma de pensamiento mejor organizada que puede tener un sujeto.

Como resultado de lo anterior los educadores de profesores de química han comenzado a concebir la estrategia de escribir como un instrumento de pensamiento y aprendizaje del currículo de esta disciplina (Rudd, Greenbowe & 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, el cual resulta fundamental dentro del currículum de la química considerando que posee los siguientes atributos: central a un dominio disciplinar; accesible e interesante para los estudiantes; interesante para el profesor, y de un alto nivel de conectividad con otros conceptos dentro y a lo largo de la escolaridad.

Por otro lado, el equilibrio químico es concebido por los investigadores en educación en química como uno de los conceptos del currículo de la química que encarna un conjunto de dificultades y limitaciones para su aprendizaje por comprensión (Huddle & Black 2000; Paiva et al 2002; Sandberg & Bellamy 2004, citados por Doymus, K., 2008). Esta situación quizás es causada a que dicho concepto es considerado de una naturaleza altamente abstracta, el cual es

contrario a la intuición y limitado por las concepciones alternativas de los estudiantes (Garnett & Hackling, 1995; Niaz, 1998). Por ejemplo, entre las dificultades y concepciones más comunes reportadas por la literatura se tienen las siguientes: los estudiantes conciben el equilibrio químico como un proceso que se da en dos recipientes diferentes; dificultad para conceptualizar el equilibrio como dos semi-reacciones (directa e inversa) que se dan a la misma velocidad; comprensión y aplicación del principio de Le Chatelier; focalización en la resolución de ejercicios de manera algorítmica, entre otras (Rudd, Greenbowe & Hand, 2007; Van Driel, 1998).

Con el fin de ayudar a los estudiantes a superar las anteriores dificultades y concepciones alternativas, ha aumentado el interés de los educadores de profesores de química de integrar al aula la estrategia de escribir para aprender (Rudd, Greenbowe & Hand, 2007). Teniendo en cuenta que, los estudios empíricos en la línea de investigación del lenguaje en la química han producido una gran evidencia de las ganancias en el aprendizaje de los estudiantes, cuando ellos escriben sus propias versiones de su comprensión de un concepto clarificando y consolidando el conocimiento conceptual (Hand & Prain, 2001; Hohenshell, M., & Hand, B. 2006; Keys, W., Hand, B., & Prain, V. 1999; Nam, J., Choi, A., & Hand, B., 2011)

Por tanto, este estudio se focaliza en indagar la incidencia que tiene la introducción al aula de la estrategia de escribir para aprender, en la comprensión del concepto del equilibrio químico que pueden alcanzar los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa de Cali. Considerando que, esta les permite a los estudiantes ampliar la comprensión del equilibrio químico con fin de darle sentido a muchos fenómenos de la naturaleza.

Por consiguiente, la presente investigación se desarrollará en torno a la siguiente pregunta:

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

1.4 Hipótesis

La introducción explícita de la estrategia escribir para aprender en el aula de química asiste a los estudiantes de grado undécimo en la comprensión profunda del concepto equilibrio químico, además le brinda la oportunidad de que continúen extendiendo un pensamiento de orden superior. Esta situación se da como consecuencia a que los estudiantes durante el desarrollo de las diferentes tareas de escritura deben en un primer momento, volver consciente sus concepciones alternativas a través de la materialización de sus ideas por medio de un recurso escrito, ideas como: comprensión de las reacciones reversibles como sistemas dinámicos; interpretación conceptual de la constante de equilibrio; confundir concentración con cantidad y, velocidad de reacción con extensión; interpretación del principio de Le Chatelier; diagrama de la teoría de las colisiones; conceptualización de los catalizadores e inhibidores, entre otros (Van Driel 1998; Greenbowe, Rudd & Hand, 2007). En un segundo momento, pueden ampliar la comprensión del contenido del equilibrio químico realizando la revisión de la micro y la macro estructura lingüística del texto en consideración y, finalmente, reelaboran éste a partir de la revisión de su forma y función, lo que le posibilita a través de la revisión iterativa de sus escritos extender su conocimiento sobre el concepto en cuestión, finalmente, en la tercera fase el estudiante tiene la oportunidad de utilizar los anteriores conocimientos en otros contextos problemáticos. Vale la pena aclarar, que a lo largo de estas tres fases también estudiante debe de utilizar las habilidades de la oralidad y la lectura con la intención de poder expresar por escrito las ideas que emergen de la transacción de significados.

En este sentido, esta investigación se llevará a cabo por medio de una metodología de perspectiva mixta basada en estudios de caso, la cual se utilizará para comprender a profundidad la incidencia de la introducción de la estrategia escribir para aprender el concepto de equilibrio químico, a través del desarrollo de diferentes tareas de escritura con propósitos particulares dentro de un auténtico escenario sociocultural, el aula de química de grado undécimo de una institución educativa de la ciudad de Cali. Para ello, se toma la decisión de recoger el conjunto de datos desde las siguientes fuentes documentales: pretest- posttest, notas de campo, observación, videos de las clases, entre otras. Desde luego, que estas permitirán la construcción de los datos y su

triangulación, con la intención de analizarlos y generar un conocimiento que le dé solución a la pregunta de investigación.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general.

Identificar la incidencia de la estrategia de escribir para aprender como un mediador en la comprensión del concepto equilibrio químico

1.5.2 Objetivos específicos.

- 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.
- Documentar y representar la comprensión del concepto del equilibrio químico mediada por la introducción de la estrategia de escribir para aprender química.

2 Capítulo II. Marco Teórico

2.1 La integración del lenguaje al aula de ciencias: elemento clave para la alfabetización científica

Según los National Science Education Standards (1996) se evidencia que la meta del currículum de las ciencias es la alfabetización científica, pero, en la actualidad muchos estudios revelan que esto no se cumple por diversas razones: (1) enseñanza centrada en el profesor y la disciplina; (2) focalizada en modelos de enseñanza tradicional; (3) tareas rutinarias de bajo nivel cognitivo, textos dirigidos principalmente al maestro y su intención comunicativa es lograr una calificación aprobatoria y (4) aprendizaje pasivo (Mullis y Jenkins, 1988).

Como evidenciamos, se hace necesario que la alfabetización científica retome gran importancia en la educación, ya que permite que los estudiantes entiendan el mundo a través de los ojos de la ciencia, sin necesidad de ser un científico. Por otro lado, dicha alfabetización puede ser concebida desde dos sentidos: el primero, alfabetización derivada: donde los estudiantes logran la capacidad de estar informados, aprender y educarse sobre ciencia; y el segundo, alfabetización fundamental: aquí, ellos alcanzarán la capacidad de leer y escribir textos que exhiban conocimientos científicos (Norris & Phillips, 2002). Esta última, debe ser vista diferente a la educación tradicional donde leer es reconocer y localizar las palabras e información de los textos, sino por el contrario que puedan comprender el objetivo de comunicación del autor del texto, leer entre líneas y comprender la información presentada. Hay que mencionar, además, que en las escuelas es común que se desarrolle la alfabetización derivada, pero desde diferentes estudios se ha planteado la necesidad que la alfabetización fundamental sea trabajada en las escuelas, ya que es la principal fuente tanto de contenido sustantivo de la ciencia y de las interrelaciones dentro de ella (Norris & Phillips, 2002).

Con respecto a la relación entre la alfabetización científica y el lenguaje, podemos enumerar diferentes causas que estrechan dicha relación. La alfabetización fundamental reconoce que el

lenguaje no es una simple herramienta para almacenar y transmitir la ciencia. Más bien, debe ser el lenguaje un componente constitutivo para la ciencia, puesto que éste está relacionado con la naturaleza de las ciencias y por extensión con la educación en ciencias. Por otra parte, la escritura es una herramienta importante para la organización discursiva y la consolidación de las ideas rudimentarias en conocimiento más coherente y estructurado (Rivard & Straw, 2000). La lectura promueve la construcción activa de nuevos significados y permite la contextualización y la inferencia de las intenciones del autor (Craig & Yore, 1996; Antaño, Craig & Maguire, 1998). Por todo esto, nadie puede adquirir un sofisticado nivel de conocimiento científico sin saber leer y escribir en el sentido fundamental.

2.2 El lenguaje como una de las herramientas para construir conocimiento científico en el aula

El lenguaje juega un papel importante para la construcción, validación y comunicación del conocimiento científico. De hecho, éste es usado por los científicos durante las siguientes acciones: tienen nuevas ideas y buscan pruebas para apoyar o contradecirlas; se persuaden a sí mismos y a otros de que ciertas evidencias son importantes; escriben de nuevas maneras para presentar los estudios actuales; negocian qué vale la pena investigar y qué métodos deberían usarse, y, consiguen apoyo financiero y otros tipos de apoyo para continuar por este camino (Sutton, 2003). Por lo tanto, el discurso científico resulta ser un conjunto de expresiones humanas que para convertirse en "conocimiento público" es necesario que sean consensuadas y discutidas.

El lenguaje científico tiene características propias tales como: uso de analogías figurativas (toma imágenes y palabras de otras áreas de experiencia); es cambiante, evoluciona a medida que la ciencia avanza se perfecciona y construye por medio de las discusiones y consensos realizados en grupos de trabajo y validación. Además, tiene una naturaleza multimodal y multinivel, por medio de la cual los científicos utilizan un alto rango de modos para representar la explicación de los fenómenos naturales (tablas, gráficas, fórmulas, simulaciones, video, visualizaciones) y, está configurado por los tres niveles de representación de las ciencias. (Sutton, 1997).

Por otra parte, habría que mencionar, que existen dos concepciones de lenguaje científico: la primera, como sistema interpretativo: donde tiene un papel flexible y activo del pensamiento; y la segunda, como sistema de etiquetaje: un cuerpo de conocimientos, palabras como etiquetas para cosas definidas (Sutton, 1997).

A continuación, se presenta una tabla donde se exponen las principales diferencias de las dos concepciones de lenguaje científico ya mencionadas arriba:

Tabla 1.

Tipos de lenguaje científicos

LENGUAJE COMO SISTEMA INTERPRETATIVO. Para dar sentido a las nuevas experiencias	LENGUAJE COMO SISTEMA DE ETIQUETAJE. Para describir, dar cuenta e informar
Es claramente el producto de una persona: “yo pienso que...” o “me parece que...”, “comencé a pensar si no podía existir un movimiento, como si fuera un círculo” William Harvey, sobre la sangre, 1628.	Es aparentemente independiente a la persona: “el cobre se vuelve negro cuando se calienta”, “el volumen de una determinada masa de un gas es inversamente proporcional a la presión”
Es analógico o metafórico: “es como un...” o “es como si”, o “podemos pensar sobre ello como” Es provisional, impreciso al principio y flexible para intentar captar la misma idea de diferentes maneras.	Parece ser directo y literal, en lugar de imaginativo. “estos son los hechos...” o “así es como es...” Es definido y preciso, y necesita utilizar la palabra exacta para cada cosa.
Cuando lo usamos para comunicar parece que estemos:	Cuando lo usamos parece que estemos:
PERSUADIENDO a otros sobre un nuevo punto de vista, construyendo una nueva comunidad de pensamiento.	TRANSMITIENDO conocimiento y almacenando información

Adaptado: Sutton (1997)

Finalmente, estas dos concepciones se han convertido como una estrategia crítica para integrar el lenguaje al aula de ciencias. Sin embargo, es más frecuente encontrar el uso de un lenguaje como sistema de etiquetaje, situación que ayuda a formar en los estudiantes una concepción de la ciencia

como un conocimiento acabado e impersonal. En ese sentido, resulta importante resaltar el uso de las dos concepciones de manera complementaria, ya que, al ser estas constitutivas para el conocimiento científico, lo deben de ser también en la escuela para optimizar el aprendizaje de las ciencias.

2.3 El lenguaje en la educación en ciencias

Considerando las diversas investigaciones realizadas en el campo de la educación en ciencias, se ha reconocido la estrecha relación entre el lenguaje y el aprendizaje de las ciencias (Lemke, 1990; Parker, 1992; Holliday, Yore & Alvermann, 1994). Lo anterior, se debe a que el lenguaje está presente durante toda la formación y les permite a los estudiantes construir significados y formas de significar dentro de un contexto sociocultural. Así mismo, ellos aprenden a través de las relaciones semánticas establecidas entre los conceptos, las leyes las teorías científicas y la información almacenada en la memoria permanente, es decir, el lenguaje media la articulación en entre el conocimiento nuevo y el que yace en la memoria de los sujetos. Con el propósito que la estructura de ellos evolucione de manera progresiva por medio del establecimiento de nuevas relaciones de significado entre las ideas ya existentes (Candela & Espinosa 2016).

Hay que mencionar además, que algunos profesores y educadores de ciencias han evidenciado la necesidad de desarrollar las competencias lingüísticas de oralidad, lectura y escritura en los estudiantes, para que estos alcancen una comprensión de los contenidos científicos. Así mismo, han identificado que muchas de las dificultades que presentan los estudiantes para comprender las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural, probablemente pueden ser superadas por medio de la mediación y desarrollo de las habilidades lingüísticas antes mencionadas. Entre las dificultades más comunes se encuentran:

1. Las clases de ciencias son centradas en el docente, los estudiantes se expresan poco y la utilización del lenguaje científico y la argumentación verbal es casi nula. Así pues, se desconoce la importancia del desarrollo de la competencia oral para el aprendizaje. Por ello, los investigadores proponen que en las actividades curriculares impliquen la

resolución de problemas en las cuales los estudiantes discutan en pequeños grupos y con toda la clase los argumentos que sustentan sus posturas y de este modo construir una solución consensuada. (Rivard & Straw, 1999; Candela & Espinosa, 2016). En este caso, la oralidad les permite a los aprendices expresar sus conocimientos o persuadir a sus pares de una manera clara y concisa acerca de la postura de un fenómeno natural (Holliday, Yore, & Alvermann, 1994).

2. Los maestros desarrollan la competencia lingüística de la lectura desde los marcos intuitivos, lo que no les permite a los estudiantes realizar un proceso lector inferencial. Esto como consecuencia de la complejidad de los textos llevados al aula y el desconocimiento de las reglas y estrategias de lectura. Para lo cual, en los estudios de lenguaje se recomienda que los docentes utilicen textos con un nivel básico de complejidad y elabore ejercicios donde hagan uso de las estrategias de lectura para que los estudiantes identifiquen la organización semántica de los textos junto con la intención comunicativa (Glynn y Muth, 1994). También, que se pongan en escena tareas de lectura de textos explicativos donde los estudiantes aprendan a extraer la idea manifiesta y latente que intenta comunicar el autor; desde luego, dicha actividad les permite evaluar críticamente la función y forma del texto (Holliday, Yore, & Alvermann, 1994).
3. La competencia lingüística de escritura no es desarrollada en el aula, puesto que muchas veces las actividades de escritura se limitan a la transcripción de conceptos de alguna fuente de consulta o del tablero al cuaderno y, a dar respuestas sencillas a preguntas, tareas o informes de bajo nivel cognitivo. Para ello, los investigadores proponen que después de las actividades de oralidad y lectura los estudiantes escriban textos con características específicas donde exponen la comprensión que alcanzaron de los contenidos, teniendo en cuenta elementos como la audiencia, el propósito, el género, contenido y método de producción, con la intención de comunicar un patrón conceptual (Holliday, Yore, & Alvermann, 1994).

Por todo esto, se considera que el lenguaje juega un papel clave para el aprendizaje de los contenidos de las ciencias, de ahí que, deba ser utilizado desde las bases teóricas lingüísticas y no

desde la intuición de los docentes. Igualmente, las investigaciones sobre el lenguaje en la enseñanza de las ciencias como las realizadas por Lemke (1990), Parker (1992), Holliday, Yore y Alvermann (1994) resaltan que las diferentes actividades curriculares mediatizan por las habilidades de la oralidad, la lectura y la escritura dentro de un contexto de negociación de significados andamiajan el desarrollo de los esquemas de pensamiento de orden superior.

Lo anterior, es apoyado por otras investigaciones que concluyen algunas características de la importancia del uso del lenguaje en las clases de ciencias, entre las que se tiene: la primera, los estudiantes aprenden de y sobre la ciencia hablando, leyendo y escribiendo; la segunda, hablar acerca del contenido de un texto es especialmente productivo con el fin de desarrollar la competencia de la argumentación apoyada con la evidencia; y la tercera, los estudiantes aprenden a hacer ciencia al lado de un profesional competente, ellos también aprenden a leer, escribir y hablar de ciencias en compañía y direccionados por un sujeto (profesor ciencias) profesional quien posee estas competencias, debido a que modela, critica, guía y apoya al estudiante en el desarrollo del lenguaje de las ciencias (Halliday & Martin, 1993; Candela & Espinosa, 2016).

2.4 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 esta 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).

2.4.1 Elementos claves de la comunidad de aprendizaje.

Los investigadores de educación en ciencias consideran que el diseño del entorno de una comunidad de aprendizaje desde una perspectiva sociocultural, debe tomar en cuenta los siguientes elementos: objetivos de aprendizaje, actividades, papel del docente y lo estudiantes, recursos, tópicos, productos y lenguaje. Así pues, la sinergia de estos elementos suministra un escenario apropiado para andamiar la construcción de una profunda comprensión de un fenómeno natural (Bielaczyc & Collins, 1999).

Objetivos: la comunidad de aprendizaje tiene como propósito principal fomentar una cultura donde todos sus integrantes desarrollen la competencia de aprender a aprender a lo largo de la vida. De ahí que, cada miembro hace un esfuerzo individual además del grupal para alcanzar una mayor comprensión del objeto de estudio o la resolución de los problemas de diversas maneras, tomando los diferentes saberes y habilidades del colectivo. Así mismo, que se respete y valore las diferencias entre ellos.

Actividades: estas son las diferentes de formas de representar un contenido específico con el fin de proporcionar un escenario que catalice el desarrollo individual y la construcción colaborativa del conocimiento por parte de los estudiantes; así mismo permite el intercambio de conocimientos y habilidades entre ellos. Las actividades deben incluir investigaciones individuales y grupales, discusiones en clase; clases particulares teniendo en cuenta la maduración cognitiva; la creación grupal de artefactos y sus presentaciones públicas donde se exhiba tanto lo que se aprende como las formas de aprender; la resolución colaborativa de problemas, donde cada estudiante tiene un rol según sus habilidades más desarrolladas; la consulta con expertos en la materia fuera del aula, y, la escritura y composición guiada de sus producciones y entendimientos (Bielaczyc & Collins, 1999).

El papel del docente: deja de ser el centro del aula y quien dirige las actividades para convertirse en un organizador y facilitador de estas, ellos orquestan el trabajo de los estudiantes y los apoyan cuando se hace necesario. De ahí que, las relaciones de poder maestro- estudiante cambien de un modo vertical a uno horizontal.

El papel de los estudiantes: estos tienen que hacerse responsables de su propio aprendizaje y el de su comunidad, al igual que, del diseño de las formas de evaluación y reflexión del progreso de aprendizaje individual y grupal. Es necesario que de estos se resalte sus habilidades y fortalezas y que en diferentes momentos dependiendo de ellas, desempeñen un papel central y un rol determinado para contribuir a las actividades colectivas y el conocimiento de la comunidad.

Recursos: se considera que los principales recursos de una comunidad de aprendizaje son sus propios miembros, el conocimiento y habilidades de estos; incluyendo la experticia del maestro. También, se consideran a los expertos disciplinarios, compañeros de otros grados, consejeros, información almacenada en la Web, recursos externos que asisten a los integrantes de la comunidad de aprendizaje a lo largo de la construcción colaborativa de la comprensión.

Tópicos: estos configuran los bloques de conocimiento de las ciencias que los estudiantes necesitan internalizar con el fin de alcanzar una alfabetización científica en el sentido fundamental y derivado (Norris & Phillips, 2002). En este sentido, los tópicos deben ser interesantes y significativos para los estudiantes, además, elegidos a partir de un análisis profundo de las necesidades y antecedentes de ellos.

Productos: resultan de las diferentes acciones epistémicas llevadas a cabo por los miembros de la comunidad de aprendizaje, con el propósito de construir una solución colegiada a un problema previamente formulado. Así, dichos productos son traducidos en el desarrollo progresivo de la comprensión de las entidades y procesos que fundamentan un fenómeno natural. Naturalmente, que la comprensión alcanzada por los estudiantes genera una motivación de carácter intrínseco, la cual moviliza el deseo de continuar aprendiendo a lo largo de la vida.

Finalmente, se destaca que el lenguaje es considerado como uno de los elementos clave dentro de las comunidades de aprendizaje puesto que media el desarrollo del pensamiento y la comprensión

del mundo material. Para ello, los miembros de la comunidad activan esquemas de pensamiento como: describir, inferir, hipotetizar, explicar, comparar, argumentar, representar, sintetizar, entre otros. Desde luego, dichos esquemas son la base para la co-construcción de conocimiento y la negociación del mismo, las cuales se dan de manera eficiente a través del uso apropiado de las habilidades lingüísticas de oralidad, la lectura y la escritura.

Así que, el adecuado uso de las habilidades lingüísticas servirá de herramientas para el aprendizaje de las ciencias, puesto que cada una de ellas tiene características que contribuyen a la comprensión conceptual de los contenidos científicos. En este sentido, la oralidad, le proporciona a los estudiantes la oportunidad de formular, intercambiar, hipotetizar y explicar, además, ayuda a motivar y reflexionar durante la investigación y, que así, surjan nuevas preguntas e hipótesis y que contribuya a afianzar el conocimiento (Bereiter & Scardamalia, 1993, citado en Bielaczyc & Collins, (1999, p. 6). La lectura, les permite a los estudiantes ampliar sus ideas desde diferentes fuentes, pero debe realizarse una lectura crítica que le sirva como herramienta para la selección oportuna de la información, de igual manera, deben leer los aportes y conclusiones de sus compañeros. Por último, la habilidad de la escritura le ayuda a los estudiantes a realizar descripciones en texto o gráficas sobre lo que está aprendiendo y puede comentar y responder a las contribuciones de otros estudiantes. Dicha habilidad, permite determinar la base del entendimiento de los estudiantes, puesto que para sus producciones deben tener cualidades como la claridad, la persuasión, la inventiva, la contundencia, entre otras; además, de ser coherentes con el género de escritura, el propósito y la audiencia a quien dirigen esta (Candela & Espinosa, 2016).

2.5 Perspectivas de integración de la escritura al aula de ciencias: modernista y postmodernista.

Prain & Hand (1996), identificaron dos perspectivas de escritura: la modernista y la posmodernista. Estas presentan como diferencias clave los significados de alfabetización científica y aprendizaje de la ciencia, además, de los tipos de géneros de textos que se deben producir y los diferentes tipos de tareas que implican.

2.5.1 El modernismo.

Esta perspectiva considera que la alfabetización científica se alcanza cuando la producción textual de los estudiantes es tradicional, representando el proceso de investigación y resolución de problemas científicos y utilizando el lenguaje técnico de las ciencias (Halliday & Martin (1993), Christie (1989), McKenna (1995), Sturgiss (1994), White & Welford (1987), y Wignell (1987) citado por Prain & Hand (1996, p. 609)). Así mismo, los estudiantes deben cumplir como objetivo de escritura, el demostrar al profesor la comprensión que alcanzó del concepto, a través de modelos de consulta, representación, interpretación y explicación utilizando modelos de informes tradicionales (Gough, 1993, citado por Prain & Hand, 1996).

Por otro lado, el objetivo de dicha perspectiva, consiste en ayudar a que los estudiantes accedan a los procedimientos, reglas y propósitos de la escritura científica, para que con esto logren comprender el método científico, la forma, función y justificación de los escritos de este tipo.

Otra de las características clave de esta perspectiva, es el aprendizaje, que se logra cuando se adquiere el conocimiento genérico, el vocabulario, la interpretación y reproducción del sistema de significado científico (Martin & Veel, 1998; Unsworth, 1999; Veel, 1996, citados por Prain & Hand, 2001). Lo anterior, los estudiantes lo aprenderán con el uso en el aula diferentes estrategias de enseñanza como: el análisis detallado de las características lingüísticas tomando como referencia diferentes textos científicos y la construcción conjunta de géneros con su profesor, en la cual, éste enfocará en presentar explícitamente las relaciones entre la función textual y la forma clave del texto y su razón de ser.

Finalmente, el modernismo considera que, aunque el lenguaje es el punto inicial del aprendizaje, la educación en ciencias debe formar a los estudiantes en el uso de los significados (palabras y conceptos) científicos exactos. En este sentido, este tipo de lenguaje no debe usarse en las tareas de escritura de los estudiantes, puesto que no es equivalente a la terminología científica (Martin & Veel, 1998; Unsworth, 1999; Veel, 1996).

2.5.2 El posmodernismo.

En esta perspectiva, se considera que la alfabetización científica se alcanza cuando los estudiantes escriben entre una diversidad de géneros, utilizando sus propias palabras, en una forma especulativa y personal, es decir, un tipo de escritura considerado como el sitio auténtico del científico pensando (Prain & Hand, 1996). Es por esto, que el objetivo de escritura, es intercambiar entre los estudiantes sus ideas para que se clarifiquen y consoliden la comprensión del fenómeno estudiado.

Adicionalmente, esta perspectiva considera que el aprendizaje de los estudiantes puede alcanzarse cuando estos escriben sobre versiones modificadas de los géneros tradicionales. Lo anterior, porque estos les exigen extrapolar su proceso de razonamiento, debido a que deben escribir según el propósito y el público a quien vaya dirigido. Por ejemplo, la ciencia ficción que les permite hacer un contraste entre lo real y un mundo privilegiado sin intervención humana.

Por otro lado, el posmodernismo permite que los estudiantes comiencen a ver la escritura de naturaleza científica como un recurso de comunicación, argumentación y justificación de los diversos puntos de vista. Es decir, asumirla como una herramienta de aprendizaje y de visualización de conocimientos, los cuales serán utilizados para darles solución a los problemas sociales, culturales y eco sistémicos.

En este sentido, la escritura aquí es vista como un recurso para que los estudiantes sean partícipes de comunidades de práctica, en las cuales se utilizan estrategias de enseñanza como clarificación de ideas a través de notas y diagramas, la persuasión a sus pares sobre una idea en particular, escritura de textos utilizando sus propias palabras, hacer predicciones sobre las causas y resultados (Bereiter y Scardamalia, 1987).

Finalmente, el posmodernismo considera que el uso del lenguaje cotidiano debe ser incluido dentro de las tareas de escritura de los estudiantes. Ya que este es la base del aprendizaje de los estudiantes, e inicialmente le permite a estos aclarar su comprensión de los temas de la ciencia para que posteriormente creen relaciones con el vocabulario técnico.

En conclusión, aunque existen grandes diferencias entre las perspectivas de la escritura, es importante reconocer las fortalezas de cada una de estas y llevarlas al aula, y de esta manera poder beneficiar y contribuir al aprendizaje de las ciencias. Por lo cual, es necesario no centrarse en una sola perspectiva, sino que se debe considerar una concepción más amplia de divulgación de la ciencia, teniendo en cuenta los diversos propósitos para diferentes lectores, así mismo considerar los nuevos programas y tecnologías que implican diferentes formas de escribir.

2.6 La estrategia de escribir para aprender química.

2.6.1 Introducción al aula de ciencias de la estrategia de escribir para aprender.

Los resultados de diferentes investigaciones en educación en ciencias, han evidenciado que el lenguaje tiene un papel importante durante el aprendizaje de estas. Por ende, debe ser considerado no sólo un instrumento de enseñanza, sino, como un medio de aprendizaje, comprensión, razonamiento y conceptualización en ciencias. Así mismo, las actividades en clase que relacionan las habilidades lingüísticas de oralidad, lectura y escritura pueden ser usadas para mejorar el procesamiento cognitivo de la información (Rivard & Straw, 1999).

Es necesario resaltar, 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 & 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 (1984): 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 le 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. Aunque, es necesario conocer que inicialmente los estudiantes escribirán de una manera asociativa, es decir, solo expresaran sus ideas, pero con la maduración y aprendizaje, su escritura pasará a ser epistémica, aquí es cuando ellos escriben sobre la ciencia de una manera reflexiva y su conocimiento de esta incrementa.

A cerca de las habilidades que se desarrollan con el uso de la estrategia de escritura, autores como Holliday et al. (1994) y Keys, (1999), destacan las siguientes: activa el conocimiento del mundo, proporciona contextos del mundo real, construyen nuevos entendimientos en sus memorias de trabajo, mejora la comunicación y expresión, maximiza la construcción de ideas y la capacidad de relacionarlas, entre otras. Cabe resaltar que, son pocas las habilidades identificadas y descritas hasta el momento en vista a que, la escritura ha recibido menos atención por parte de los investigadores (Bereiter & Scardamalia, 1987).

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 (Glynn, Andre & Britton, 1986; Kintsch, 1986, citados por Glynn & Muth, 1994). 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., 1989). Al estar disponibles en la memoria de trabajo, todas las habilidades de escrituras interactúan y son coordinadas por la metacognición de los estudiantes, con ello, reconocer en las diferentes revisiones de su texto, si este cumple o no con los objetivos, de modo que revisen el plan de escritura para mejorarlo, el propósito o la audiencia de escritura para rediseñar el texto.

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, 1999). 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. También, es necesario que ellos escriban acerca de sus observaciones, manipulaciones, hallazgos porque con

ello tendrán más claro los detalles de cada situación y así organizan mejor sus ideas, interpretaciones y argumentos.

Entre las actividades más destacadas para desarrollar la escritura para el aprendizaje, encontramos seis actividades, las cuales son descritas por Glynn y Muth (1994): 1. Ensayos explicativos en los que los estudiantes describen un concepto científico complejo en profundidad; 2. Notas de viaje de campo en las que los estudiantes registran sus observaciones y reacciones; 3. Registros de laboratorio en los cuales los estudiantes reportan sus observaciones, hipótesis, métodos, hallazgos, interpretaciones y errores -particularmente errores- ya que éstos son parte normal del proceso científico; 4. Diarios científicos en los que los estudiantes describen su participación en actividades científicas, como ferias y concursos, y reflexionar sobre sus acciones y experiencias; 5. Cartas de Acción Ambiental en las que los estudiantes, bajo la dirección del maestro, escriben a los políticos, editores de periódicos y compañías para promover las acciones ambientales positivas; 6. Cuentas de periódicos en las que los estudiantes escriben historias sobre temas de ciencia y tecnología para sus periódicos escolares o municipales. Los autores afirman que las anteriores actividades orientadas con las normas lingüísticas, son excelentes tareas auténticas para el aprendizaje de las ciencias.

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 autores 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.

2.6.2 El modelo de escribir para aprender.

Al momento de conocer cómo debe introducirse la estrategia de escribir para aprender al aula y las perspectivas de escritura modernista y posmodernista, Hand y Prain diseñaron un modelo de escritura que les sirva a los profesores para la elaboración e implementación de las tareas para llevar al aula de ciencias. Dicho modelo es resultado de diversas investigaciones, así como la planificación, prueba y evaluación de diferentes tareas (Hand & Prain, 1996). Y su objetivo es el de proporcionar formas de integrar estrategias de enseñanza y aprendizaje bajo un enfoque constructivista, bajo el propósito que los estudiantes utilicen el lenguaje como una herramienta de aprendizaje y comprensión de las ciencias.

El modelo mencionado anteriormente, pretende recoger diferentes características de los tipos de escritura y su interconexión, las interacciones sujeto - tema - tarea y los resultados de aprendizaje. Igualmente, identifica cinco elementos claves como dimensiones para las demandas de tarea como base de la estrategia de escribir para aprender ciencias. Los elementos son: tipo de escritura; propósito de escritura; audiencia; Concepto científico y el método de producción (Ver Figura 1). Los anteriores elementos ayudarán a ampliar el rango limitado en el que escriben los estudiantes, el propósito evaluativo por el cual escriben y la audiencia a quien se dirigen, reconociendo así, la variedad de opciones de tareas que pueden realizarse con la combinación de los elementos con el fin de mejorar el aprendizaje de los estudiantes.



Figura 1. *Modelo de Escribir para Aprender Ciencias.*

Traducido de Hand y Prain (1996).

Hay que mencionar, que el modelo se basa en la suposición de que la variedad de los propósitos de los estudiantes y el tipo de escritura, antes, durante y al final de los contenidos científicos mejorarán los resultados de aprendizaje. Igualmente, influyen positivamente en las prácticas pedagógicas de los maestros, esto se debe a que ellos en la implementación y evaluación de diferentes tareas pueden aprender de sus estudiantes, pero también puede ser utilizado por los estudiantes para planificar su escritura y negociar con los maestros sus intenciones de escritura.

Por lo que refiere a los elementos que retoman de la perspectiva modernista y la posmodernista, el modelo reúne de estas dos, valores, procedimientos y contenidos para el aprendizaje científico. En cuanto al posmodernismo el modelo implementa una estrategia de escribir para aprender ciencias y no una de las ciencias propias, tal como lo sugiere el modernismo; aunque de este último promueve claramente la utilización de términos naturales del conocimiento científico.

Ahora bien, se presentará una descripción de cada uno de los elementos claves de demandas de tareas identificadas en el modelo:

2.6.2.1 *Tipos o géneros de escritura.*

Aunque ya se ha presentado el debate existente sobre los tipos de textos que deben escribir los estudiantes, el modelo de escritura ha escogido varios con el fin de apoyar el aprendizaje de los estudiantes, estos tipos de textos ha sido ensayados en el aula, aunque es necesario resaltar que no son los únicos que se podrían trabajar. A continuación, se caracterizan los doce géneros textuales que considera el modelo de Hand y Prain (1996): 1. Narrativas de historias para mostrar el conocimiento de un proceso o una secuencia de eventos. 2. Descripciones de los viajes de determinados sitios o descripción de un proceso o una cadena de eventos. 3. Guías e instrucciones para el uso de material manual de supervivencia 4. La poesía (narrativa y lírica) respuestas a nuevos conocimientos conceptuales para el alumno una narrativa o relato sobre un proceso observaciones de un experimento auto-revelaciones y autorreflexiones como un estudiante de ciencias. 5. Guiones para debates sobre un tema polémico. 6. Mapas Mentales / Diagramas de identificación de las comprensiones iniciales de los estudiantes, revisión del tema, aclaración y agrupación de ideas en un diagrama de flujo de tópicos para procesos o visión general. 7. Carteles para exponer el entendimiento de conceptos. 8. Informes científicos y análisis de experimentos y observaciones, explicación de un proceso, estructura o tema. 9. Guías de folletos para el trabajo de campo. 10. Diario de redacción de predicciones, observaciones, explicaciones de experimentos y excursiones, reacciones en curso a un tema o explicación científica, reflexiones personales que vinculan el aprendizaje con los valores del aprendiz. 11. Cartas persuasivas sobre un tema científico que afecta a la sociedad o la comunidad. 12. Escritura de explicaciones para los diagramas del libro de texto para los lectores más jóvenes.

2.6.2.2 *Propósitos de escritura.*

Los géneros de escritura descritos arriba pueden adaptarse a diferentes propósitos, descritos por Hand y Prain (1996). Ampliar los propósitos de escritura animará a los estudiantes a extender su comprensión conceptual, puesto que ahora escribirá para expresar las ideas que tienen sobre un tema en particular. Es clave para la escritura que el maestro defina junto con los estudiantes de

manera explícita el o los propósitos de escritura, los cuales se considerarán en tres momentos del aprendizaje de un tema antes, durante y al final (ver Tabla 1).

Tabla 2.

Propósitos de escritura

Inicio del tema	Durante	Finalización del tema
Revisar los entendimientos actuales de los estudiantes.	Aclarar, refinar el conocimiento, clarificar la información.	Demostrar que se alcanzó el entendimiento de un concepto particular.
Hipótesis (especular sobre explicaciones).	Reprocesar las ideas en sus propias palabras.	Aplicar el aprendizaje a una nueva situación o problema.
Explorar las primeras reflexiones, el razonamiento preliminar.	Argumentar ideas, tomar partido en un tema.	Revisar ideas iniciales y reformularlas o mejorarlas.
Elaborar un plan de acción.	Reorganizar y revisar el conocimiento.	Escribir notas como recurso para enseñar un tema o parte de un tema a otros estudiantes u otro grupo.
	Aplicar nuevos conocimientos a diferentes contextos y considerar nuevas alternativas.	Diseñar una solución a un problema tecnológico.
	Explicar las ideas de otro escritor.	
	Persuadir a otros de que una metáfora particular proporciona una explicación útil de un proceso.	
	Comprobar la validez de las explicaciones propias u otras	
	Interpretar datos o ideas de otros.	

Tomado de: Hand & Prain, 1996

Los anteriores propósitos de escritura, son necesarios considerarlos durante el proceso que conlleva para los estudiantes producir textos, ya que estos les sirven a ellos para evaluar, reflexionar y mejorar sus escritos, y con ello enriquecer la comprensión sobre lo que están escribiendo. Adicionalmente, estos propósitos le servirán al docente para conocer cómo evoluciona la escritura de sus estudiantes utilizando los marcos trabajados en clase e igualmente, como han cambiado sus esquemas de pensamiento y comprensión conceptual.

2.6.2.3 Audiencia o posibles lectores.

Tener claro los posibles lectores de su texto, le permitirá a los estudiantes considerar la información, vocabulario y contenido a utilizar, que le permita a la audiencia comprender el texto presentado. La audiencia a quienes los estudiantes pueden escribir puede ser muy variada, como: ellos mismo, sus pares académicos, sus profesores, estudiantes de otros grados, padres de familia, políticos, directivos de la escuela o visitantes de la escuela.

2.6.2.4 Método de producción de texto.

Como el aula donde se introduce el modelo de escritura debe ser una comunidad de aprendizaje, los estudiantes deberán considerar el contexto de esta para la realización de sus producciones textuales, además de un sentido de pertenencia a esta, para que sus tareas sean significativas. En diferentes momentos de la escritura los estudiantes podrán escribir individualmente, en pequeños grupos, con toda la clase, con ayuda de diferentes textos y fuentes documentales o para diferentes partes de un texto. Así mismo, el medio con el que hagan sus escritos pueden variar, textos a papel y lápiz, carteles, escritos en computadoras, retomar textos y modificarlos haciendo una nueva reacción, entre otros.

2.7 La química: un asunto de comprender las representaciones.

Al igual que otras ciencias, la química tiene como objetivo el de colaborarle a los estudiantes en la comprensión, interpretación y análisis de los diferentes fenómenos naturales que les permite entender su mundo, a través de diferentes teorías, conceptos y leyes científicas. Los cuales están relacionado específicamente, según Pozo, Gómez, Limon y Sanz (1991) con tres núcleos conceptuales: la materia, sus transformaciones y propiedades. El primero de estos, hace referencia a la discontinuidad y naturaleza de la materia; el segundo y tercero, aluden a la conservación de las propiedades no observables, que le permite a los estudiantes hacer diferenciación e integración de los cambios químicos y físicos, además de comprender las leyes ponderales.

Los anteriores núcleos mencionados, presentan una serie de dificultades de aprendizaje y comprensión, las cuales han sido identificadas y descritas en diferentes estudios realizados. Algunas de las razones expuestas por Candela (2012) por las cuales la química resulta difícil de enseñar y aprender son: se conforma por muchos conceptos abstractos, tiene un alto componente matemático, se compone de un lenguaje basado en los tres niveles de representación, las representaciones construidas por los estudiantes están a menudo en conflicto con explicaciones científicamente aceptadas. Así mismo, otra de estas dificultades es la estructura lógica de la organización de la disciplina, la cual está fundada por los tres núcleos conceptuales de la química, además de los principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales que subyacen a estos.

Finalmente, una de las dificultades que serán consideradas con mayor relevancia en este estudio, hace referencia al uso del lenguaje de la química. Ya que, aunque esta tiene su propio lenguaje algunas palabras son utilizadas en la vida cotidiana, otras tienen diferentes significados dentro de la química, lo cual, al no ser diferenciado en clase da lugar a la formación de dificultades y concepciones alternativas, debido a que estas son los cimientos sobre los cuales se construye el nuevo conocimiento (Selinger, 1998). Un ejemplo de ello se da cuando los maestros y los libros de texto utilizan el vocabulario diario en las explicaciones de los fenómenos químicos o toda la terminología científica suponiendo que los estudiantes comprender los significados (Nakhleh, 1994).

Ahora bien, desde diferentes estudios se han propuesto algunas estrategias posibles para contribuir a la superación de esta última dificultad de aprendizaje, dichas estrategias son: el uso del lenguaje antropomórfico en las explicaciones químicas (Garnett et al., 1995), discutir el desarrollo histórico de los fenómenos y por qué el término en particular es utilizado ahora y proporcionar a los estudiantes oportunidades para reestructurar sus concepciones a través de la negociación y el uso de las demostraciones, a través de situaciones de conflicto (Gamett et al., 1995). Adicionalmente, un aspecto clave para la superación de las dificultades, es ayudar al estudiante para que lleve a cabo una diferenciación e integración de los tres niveles de representación de la química. Esta tarea hace que el estudiante no sobrecargue su memoria de trabajo y puede establecer una relación entre el conocimiento nuevo y el que ya está en la memoria permanente.

Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrollará en esta sección uno de los elementos claves para la enseñanza y aprendizaje de la química, como lo son los tres niveles de representación.

2.7.1 Tres niveles de representación.

Según Johnstone (1991) la capacidad del profesor para dirigir los procesos de comunicación en el aula afecta directamente la eficacia de la enseñanza de la química, en otras palabras, para que los estudiantes aprendan esta disciplina de una manera más rápida o lenta depende del uso del lenguaje químico. Por lo cual, se plantea que el proceso de enseñanza se deben tener en cuenta aspectos como: el sistema de comunicación, niveles de representación (lenguaje de la disciplina), métodos de enseñanza, estilos de aprendizaje y la naturaleza de lo que se va a enseñar (Candela & Viáfara, 2014).

Con respecto a los niveles de representación, Johnstone (1982) considera que forman la estructura conceptual de la química, la cual es un sistema complejo. Por lo anterior, se ha enfocado en el diseño de una estrategia para asistir a los estudiantes en el conocimiento de la disciplina,

considerando la competencia de la comunicación como una herramienta para representar los conceptos químicos.

A continuación, se caracterizará cada nivel de representación y se muestra un diagrama, donde cada vértice equivale a cada nivel que permite comprender los fenómenos químicos (Ver figura 2).

1. Nivel de representación macroscópico o funcional/ descriptivo: en este nivel los sujetos podrán describir el fenómeno a estudiar por medio de las representaciones que han tenido origen por la interacción entre los sentidos y este.
2. Nivel de representación simbólico o representativo: aquí los sujetos logran comunicar las propiedades y transformaciones de la materia haciendo uso del lenguaje multimodal, mediante representaciones como: ecuaciones, gráficas, mecanismos de reacción, analogías, simulaciones, entre otras.
3. Nivel de representación submicroscópico o explicativo: es aquel donde se utilizan modelos teóricos para explicar el comportamiento de las sustancias, con el fin de brindar un modelo mental que contribuya a la comprensión y relación de los fenómenos macroscópicos. Entre los modelos utilizados encontramos: átomos, moléculas, iones, isómeros, polímeros, orbitales atómicos, enlaces, entre otros.

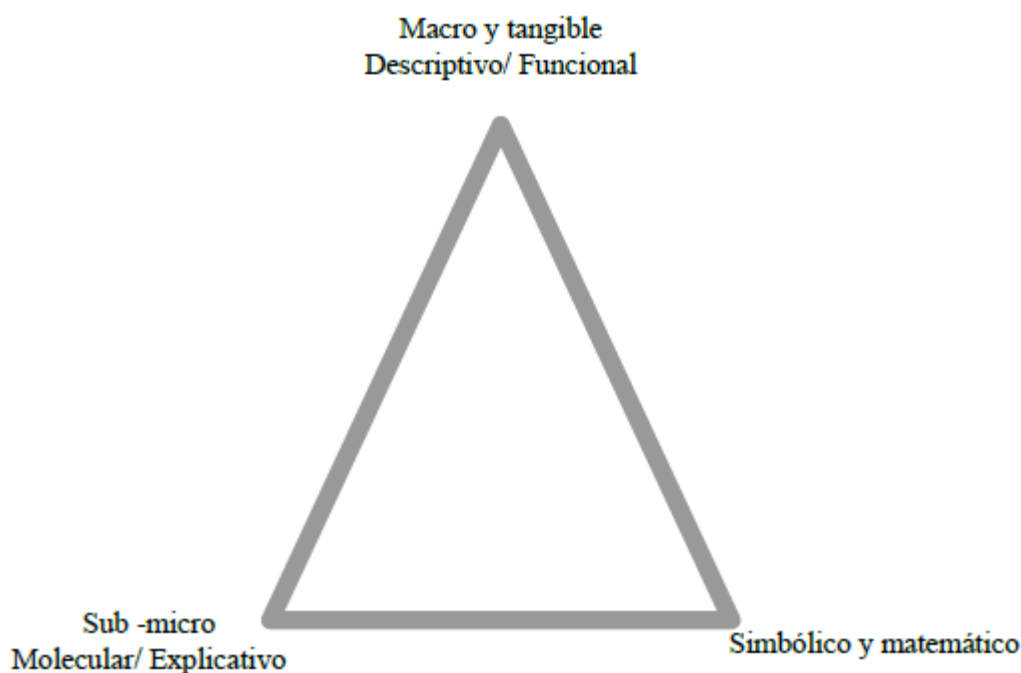


Figura 2. *Los tres niveles de representación en las ciencias física.*

Fuente: Jhonstone, 1982.

Los niveles descritos anteriormente, interactúan entre sí, en otras palabras, constituyen un sistema iterativo que se localiza en la memoria de los químicos y educadores, quienes lo utilizan sin distinción en su práctica diaria (Candela y Viáfara, 2014, p. 48).

Cabe resaltar, que Johnstone tomando como referencia a diferentes teorías de investigadores como Piaget, Ausubel, Pascual- Leone, Baddeley, diseña un modelo de procesamiento de información, el cual recoge los principios de cómo aprenden los estudiantes (ver Figura 3). Este debería ser considerado durante la planeación, enseñanza y reflexión de un concepto determinado, con el propósito de asistir a los estudiantes a superar las dificultades de aprendizaje de la química (Candela y Viáfara, 2014).

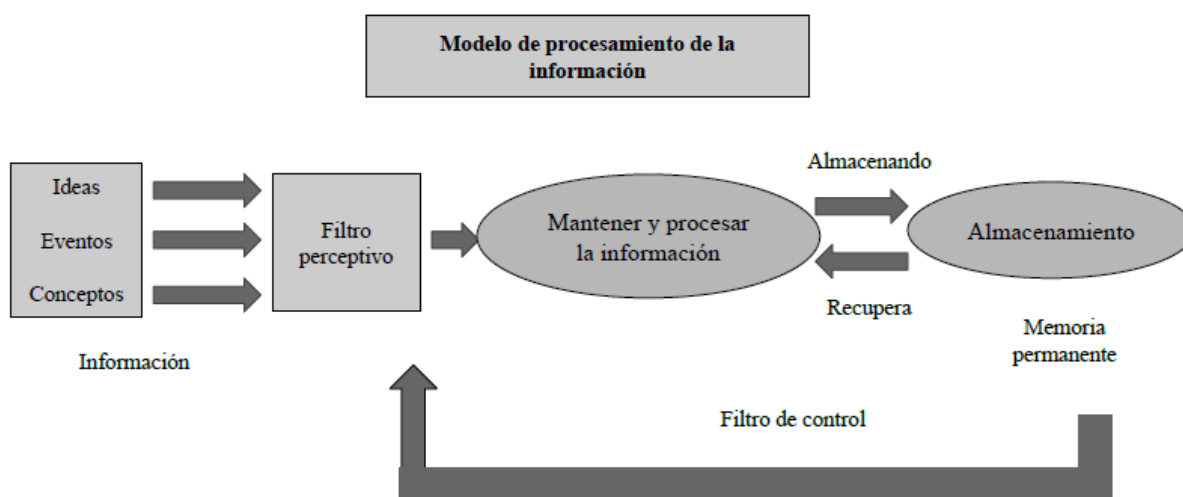


Figura 3. *Modelo esquematizado del aprendizaje.*

Fuente: Johnstone, (1991).

Para el diseño del modelo, se retoma de la teoría de las memorias de Baddeley (1986) (citado por Johnstone, (1991)) dos elementos fundamentales, que tienen relación con las memorias de trabajo y la permanente. La primera de ellas, es considerada una memoria de corto plazo y tiene dos funciones: mantener la información temporalmente y procesarla por medio de cadenas de razonamiento para que sea almacenada en la memoria permanente. Dicha memoria, tiene como función almacenar de manera permanente la información procesada por la primera memoria de una manera estructurada y jerárquica.

Así mismo, Johnstone toma como referente la premisa de Ausubel, Novak y Hanesian (2005) <<averigüe lo que el estudiante ya sabe y enseñe en consecuencia>>, en otras palabras, todo sujeto tiene un filtro conceptual que permite activar concepciones y creencias acerca del fenómeno a estudiar, con el propósito de articular el conocimiento poseído con el nuevo. Es decir, que durante la presentación de nueva información la memoria de trabajo trae a la memoria permanente una representación del fenómeno para establecer las relaciones y articularlo.

Es necesario resaltar, que una sobrecarga en la memoria de trabajo de los estudiantes debido al movimiento simultáneo e inconsciente entre los niveles de representación que se presenta durante la enseñanza, puede convertirse en una dificultad para que los estudiantes accedan al conocimiento

de la disciplina. Lo anterior, es consecuencia de una sobrecarga como producto del manejo de información que no alcanza en la memoria de trabajo, lo cual genera una ruptura entre la nueva información y la de la memoria permanente (Candela y Viáfara, 2004).

Finalmente, la situación descrita arriba podría solucionarse si el maestro evidencia tres niveles de representación que almacena en su memoria permanente, y, adicionalmente, en el proceso de enseñanza y aprendizaje les permite a los estudiantes integrar de forma progresiva cada nivel a su estructura cognitiva. Así mismo, el docente debe considerar la cantidad de información de la memoria de trabajo en cada tarea para el estudiante, y que de esta manera no sobrepasen los límites cognitivos.

2.8 Enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico

2.8.1 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 (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, le 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 las posibles cambios en las variables (presión, volumen) que intervienen en él (Tyson et al., 1999).

2.8.2 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, según Rocha et al., (2000); Bermúdez y De Longhi, (2011); Campanario, (2002); Pozo, (1991); Kind, (2004), citados por Garay, Candela y Viáfara, (2015, p. 74), entre las dificultades más comunes de aprendizaje del equilibrio químico se encuentran:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

Así mismo, se han desarrollado diversas investigaciones sobre las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el equilibrio químico, el estudio realizado por Raviolo y Martínez (2003) donde agrupan las concepciones encontradas de los estudiantes en veintiocho estudios, nos evidencia la persistencia de estas. A continuación, se presenta una tabla donde se categorizan dichas concepciones.

Tabla 3.

Síntesis de concepciones alternativas y dificultades en el tema equilibrio químico

Categoría	Concepción alternativa / dificultad
a) Conceptos previos que se utilizan en el estudio del equilibrio químico	Indiferenciación entre cantidad y concentración. Ej. masa-concentración. No aceptación de reacciones químicas reversibles, o indiferenciación. Confusión entre coeficientes estequiométricos y cantidades presentes en una reacción química. Dificultades matemáticas y en estequiometría. Confusión sobre el comportamiento de gases. Incapacidad en el manejo de la proporcionalidad. Inadecuada comprensión microscópica de la reacción química.
b) Características de un sistema en equilibrio químico	No diferencian sistemas en equilibrio de sistemas que no lo están. Desconocimiento de la condición de ser un sistema cerrado. No distinguen composiciones iniciales y de equilibrio. No admiten la coexistencia de todas las especies. Compartimentación del equilibrio. No mantienen la constancia de las concentraciones a temperatura constante. Composición del sistema igual a una relación aritmética simple o la estequiométrica. Consideran al equilibrio como estático. Consideran al equilibrio como único. Comportamiento pendular. Incomprensión de “reactivo limitante” en una situación de equilibrio.
c) Lenguaje, simbolismo empleado y constante de equilibrio	Asocian el término “equilibrio” a una igualdad e inmovilidad. Incorrecta interpretación de la doble flecha con distintas longitudes. Desconocimiento de cuando K es constante. Mantienen K inalterada ante cambios de la temperatura. Consideran que en el equilibrio K_c es igual a 1.
d) Efecto del cambio de variables sobre el equilibrio	Mayores dificultades al aplicar Le Chatelier ante cambios de temperatura. Aplicación de razonamientos tipo Le Chatelier a situaciones inapropiadas.

(aplicación del principio de Le Chatelier)	No consideran todos los factores que afectan al equilibrio (control de variables). Dificultades al comparar las concentraciones entre un equilibrio inicial y uno final. Aplicación de Le Chatelier a situaciones que conducen a predicciones incorrectas. Incomprensión del efecto de agregar gas inerte al sistema en equilibrio. No uso de Q y K para predecir evolución.
e) Velocidades de reacción	Confusión entre velocidad y extensión. La velocidad directa aumenta en la aproximación al equilibrio Cuando la v_d aumenta ante una perturbación la v_i debe disminuir y viceversa. Igualdad de las v_d y v_i en equilibrio final con las del equilibrio inicial. Aplicación de Le Chatelier a las velocidades.
f) Catalizadores	El catalizador no afecta la reacción inversa. El catalizador disminuye la velocidad inversa. El catalizador produce mayor proporción de productos en la mezcla en equilibrio.
g) Energía	Mal interpretación de la información que brinda el DH. No relacionan DG° con la extensión del equilibrio. Confunden DG° con DH. No comprensión de un proceso termodinámicamente reversible. Indiferenciación temperatura-energía. Confunden energía de activación con DG°.
h) Equilibrios heterogéneos	Confusión entre masa y concentración. Incomprensión del papel del sólido. La adición de más sólido modifica el equilibrio.

Tomado de: Raviolo y Martínez (2003)

Las concepciones y dificultades enumeradas anteriormente, han sido encontradas en muchos estudios realizados lo que comprueba la globalización en el sostenimiento de estas. Lo que funda una prueba de que en las aulas persiste una enseñanza regida por elementos como: exposiciones teóricas donde el maestro asume un rol activo, resolución de problemas algorítmicos y laboratorios como recetas, los cuales no se muestra eficaz en superar estas dificultades (Raviolo & Martínez, 2003). Así mismo, se puede considerar que dicha persistencia puede ser resultado de que los profesores ignoren los esquemas conceptuales de los estudiantes, por lo cual, no llevan al aula una metodología eficaz que contribuyan a superar dichas dificultades.

3 Capítulo III. Metodología

En coherencia con el problema y los objetivos de investigación se considera pertinente utilizar una metodología de enfoque mixto por estudio de casos. Este enfoque se caracteriza por ser un proceso que recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio (Teddlie & Tashakkori, 2003; Creswell, 2005; Mertens, 2005; Williams, Unrau & Grinnell, 2005, citados en Hernández, S. et al, 1998). Esta perspectiva metodológica 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.

En este sentido, Sampieri, Collado & Lucio (1996) afirman que existen cinco tipos de enfoques mixtos de investigación, a saber: en paralelo, dominante o principal, mixtos complejos, de dos etapas y de triangulación. De ahí que, en este estudio se asume el enfoque de triangulación por método y fuente, desde luego, esta triangulación le da a los resultados un nivel alto de confiabilidad y verosimilitud (Jick, 1979, citado por Sampieri, Collado, & Lucio, 1996).

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 general 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 analizan a través del estadístico de ganancia de aprendizaje de Hake (Véase sección 3.6.1).

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.

Naturalmente, que el desarrollo de la teoría de carácter naturalístico se alcanza por medio del vínculo holístico entre los elementos provenientes desde los dos enfoques de indagación, con el fin de ampliar, profundizar, entender y enriquecer la comprensión del objeto de estudio porque se consideran todas las posibles variables (Sampieri, Collado, & Lucio, 1996). En este sentido, en el presente estudio se realiza una triangulación de la información recogida y analizada en las dos fases, para poder conocer la incidencia que tiene la introducción al aula la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico.

A su vez, esta investigación está basada en un estudio de caso, donde hay un interés puntual en un grupo de personas particular y se busca el detalle su interacción en su contexto para comprender las actividades y relaciones en circunstancias importantes. En este sentido, el estudio de caso más pertinente es el instrumental, ya que el caso se seleccionó por conveniencia considerando cuál de los posibles casos estaba más acorde con la investigación. (Stake, 1998)

En consonancia con lo anterior, esta heurística de investigación brinda la posibilidad de recoger una serie de datos acerca de las acciones llevadas a cabo por el profesor y los estudiantes durante la intervención, junto con los resultados alcanzados por los últimos. Así mismo, estos datos serán analizados e interpretados bajo los marcos de esta perspectiva de investigación con el fin de construir una teoría naturalística que permita documentar el caso en cuestión.

Ahora bien, en esta sección se presentan las etapas que configuran el diseño metodológico de este estudio. Así pues, está constituido por la justificación de la selección del caso, la presentación y descripción de los instrumentos de recolección y análisis de datos.

3.1 Justificación de selección del caso

En esta investigación se asume un estudio de caso estimando lo planteado por Schwandt (2001), quien sugiere que una investigación en estudios de casos es apropiada cuando: se buscan respuestas a preguntas de "cómo" o "por qué"; el objeto de estudio es nuevo en el contexto y se requieren múltiples fuentes de evidencia para dar respuesta al interrogante de investigación (Citado por Mohammed, 2010, p. 88). Por lo tanto, en este estudio particular, es necesario investigar "cómo" la introducción en el aula de la estrategia de escribir para aprender química asiste la comprensión

del equilibrio químico. Las conclusiones de esta investigación pueden explicar por qué hubo "o no" un efecto sobre el aprendizaje de este contenido.

Como se mencionó anteriormente, en esta investigación se realizó un estudio de caso que fue seleccionado teniendo en cuenta los criterios planteados por Stake (1999), tales como: a) afín a la investigación; b) acceso fácil al caso; c) disponibilidad de tiempo. Con estos se inició la búsqueda de un caso que cumpliera con los anteriores criterios, además, de las características de los elementos que deben configurar al mismo. 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, estos elementos deben cumplir con algunas características descritas a continuación:

Profesor: debe tener un CPC¹ de la química fundamentado en el lenguaje de las ciencias naturales, adicionalmente, se consideran algunos atributos claves que debería poseer nuestro docente, tales como: (a) la empatía entre el investigador y el investigado; (b) la formación académica; (c) la experiencia en la enseñanza de la química y (d) la disponibilidad para brindar la información in situ (Candela, 2012).

Estrategia de enseñanza: en esta es necesario considerar cuestiones fundamentales como el uso de la escritura para el aprendizaje del equilibrio químico, así como la instrucción explícita por parte del docente de los marcos lingüísticos para escribir en ciencias. Así mismo, se debe apoyar la internalización de las nuevas ideas de los estudiantes y la entrega de la responsabilidad a los estudiantes para aprender por sí mismos. Igualmente, es importante incluir cuestiones como: evaluaciones de carácter formativo, el uso de recursos tecnológicos y actividades experimentales, el establecimiento del conflicto y la introducción de una visión científica vinculada a las ideas existentes de los estudiantes.

Material de instrucción: debe incluir actividades que potencien la utilización de la escritura en el aula, así como las habilidades individuales de los estudiantes. Este material, debe permitirles a

¹ CPC es el acrónimo de los términos que configuran el constructo denominado Conocimiento Pedagógico del Contenido.

ellos ser el centro de la clase y que puedan gestionar su aprendizaje, así como que las actividades de evaluación tengan como resultado diferentes tipos de producciones textuales de los estudiantes.

Estudiantes: una de las características más importantes que deben tener los estudiantes que configuran el caso a estudiar, es que se encuentren familiarizados con el proceso de utilización de la escritura en sus clases de química. Así como, que cuenten con la disposición para ser investigados y colaborar brindando la información pertinente durante la aplicación de diferentes instrumentos y la observación de su contexto.

Ahora bien, conociendo los criterios definidos, se realizó la búsqueda del caso que cumpliera con ellos. Se procedió a visitar algunas instituciones educativas para contemplar diferentes opciones, que permitieran cumplir con los objetivos de la investigación, finalmente, 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 cuenta más de 26 años de experiencia en la enseñanza de la química en secundaria, así como, en la enseñanza universitaria de formación de docentes de ciencias naturales. El docente 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 co-construcción 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 sobre el equilibrio químico y los conceptos relacionados con éste, a través de tareas que implican el uso de la oralidad y la escritura. Igualmente el educador introduce a los estudiantes en el lenguaje de las ciencias escolar, como también, las tareas usadas apuntan a la producción textual de la comprensión conceptual del equilibrio químico. En las clases, se evidencian ideas cotidianas de los estudiantes, genera la necesidad de conocer la visión científica y finalmente los estudiantes deben revisar y validar sus ideas iniciales.

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? 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), el objeto de aprendizaje se encuentra disponible en el portal de Colombia Aprende².

La materialización de dicho objeto concibe aspectos de carácter disciplinar, pedagógico, didáctico y tecnológico del equilibrio químico dinámico. Con respecto al carácter disciplinar, el objeto está dirigido a grado décimo y tiene como propósito analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles. En cuanto a las habilidades y conocimientos a desarrollar, se enumeran nueve que son tomadas del currículo prescrito por el estado, estas son:

1. Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas.
2. Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico.
3. Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química.
4. Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos.
5. Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas.
6. Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos.
7. Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos.
8. Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas.
9. Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.

Las anteriores habilidades son secuenciadas en cinco actividades, con las que se espera que el entendimiento de las ideas evolucione hasta aplicarlas en situaciones del común y la comunicación con argumentación de sus ideas de forma oral y escrita ante un público. Así mismo, el material fue diseñado teniendo en cuenta aspectos como los que describen Garay, Candela y Viáfara:

Planteamiento de situaciones contextuales que se encuentren en lo posible estrechamente vinculadas al mundo cotidiana, una administración y gestión de aula focalizada en estructuras de

² Ver

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

pequeños grupos discusión e interacción dialógica con toda la clase y el material debe desarrollar la comprensión cualitativa del equilibrio químico dinámico, ya que permitirá contribuir a superar las dificultades señaladas. (2015, p. 81).

Para terminar, con respecto a los estudiantes, los cuales son piezas clave en esta investigación, son un grupo de diecisiete adolescentes entre los 16- 17 años que cursan grado undécimo (segundo grado de la media). 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, elemento clave para alcanzar los objetivos del estudio. También, fue importante considerar la empatía entre el investigador y los investigados y la disponibilidad y el compromiso de ellos para realizar las actividades y ofrecer la información requerida (Candela, 2012).

Una vez identificado el caso, se procedió a solicitar todos los permisos para que realizar la investigación en la institución y el consentimiento de los padres de familia para poder grabar, entrevistar y obtener información académica de los investigados.

3.2 Selección de las técnicas y los instrumentos de recolección

Para llevar a cabo el proceso de recolección de datos se utilizaron diferentes técnicas como: la observación, la aplicación de pre y pos-test, entrevista y la recolección documentos. Particularmente en este estudio, se pretende conocer la incidencia de la introducción al aula de la estrategia de escribir para aprender el concepto de equilibrio químico, para conocer la respuesta a este propósito los datos principalmente se recogieron a través de las notas de campo obtenidas de la observación no participante de las clases de química, como de los videos de estas. Además, se aplicó un test en dos momentos de la intervención con el fin de conocer el progreso del conocimiento de los estudiantes. También, es importante conocer las percepciones de los estudiantes sobre la estrategia de la escritura, por ello, resulta necesario entrevistarlos al final de la intervención. Finalmente, se recogieron las composiciones escritas en formato impreso y digital realizadas por los estudiantes en el aula.

Esta estrategia de recolección de datos permite realizar una triangulación por fuente (Denzin & Lincoln, 2000), lo cual le confiere a los resultados confiabilidad y credibilidad. A continuación, se presentará cada técnica utilizada para recopilar datos, como la justificación del uso de estas y los detalles de administración.

3.2.1 Aplicación de pruebas objetivas y test.

La recolección de la información que permite ver la ganancia de aprendizaje del tópico equilibrio químico alcanzado por los estudiantes a lo largo de la implementación de la estrategia en cuestión, se realiza a través del instrumento del pre y post-test. Esta clase de instrumentos resulta apropiada para este estudio, dado que, los resultados suministra describen una visión general de este caso, la cual apoya el desarrollo posterior de una teoría naturalista que asiste la solución del problema planteado.

En este sentido, el test se aplicó a los estudiantes en dos momentos de la investigación, antes de iniciar la implementación y posterior a esta. El propósito del test, inicialmente fue evidenciar, explicitar y recoger las concepciones alternativas de los estudiantes sobre las reacciones químicas, reacciones reversibles y no reversibles, la velocidad de reacción y los factores que la afectan, Principio de Le Chatelier, equilibrio químico y su constante, y en el segundo momento evidenciar el progreso del aprendizaje que obtuvieron los estudiantes después de la implementación de la estrategia de escribir para aprender. Además, el instrumento responde al primer objetivo específico puesto que con éste se recogerá información para conocer la ganancia de aprendizaje de los estudiantes, aplicando un estadístico de evolución de aprendizaje como la ganancia de Hake (1998).

El test aplicado está configurado por 10 preguntas de selección múltiple, las cuales fueron seleccionadas junto con el docente que desarrollará las clases de las pruebas diseñadas por el estado SABER 11 de los años 2010 al 2014³. Las preguntas elegidas debían cumplir los siguientes

³ <http://www.icfes.gov.co/estudiantes-y-padres/saber-11-estudiantes/ejemplos-de-preguntas-saber-11>

criterios: a) mostrar relación con equilibrio químico o con los tópicos afín con éste (reacciones químicas, cinética, velocidad de reacción y los factores que la afectan, principio de Le Chatelier, catalizadores); b) tener un nivel medio o alto de complejidad y c) presentar un texto multimodal. Al final de la revisión de las pruebas se obtuvo un grupo de 16 preguntas que posteriormente fueron validadas por dos expertos, uno en química y el otro en enseñanza de la química (profesor de la escuela secundaria). Los dos expertos revisaron las preguntas seleccionadas, teniendo en cuenta los cuatro criterios mencionados anteriormente y con esto, se escogieron las preguntas que a los dos les había parecido pertinentes para la población a quien iba a ser aplicado, quedando conformado por 10 preguntas (Ver Anexo 1). Es necesario resaltar que, el test fue aplicado a un grupo de pilotaje inicialmente para corroborar que las preguntas que lo configuraban fueran comprensibles para los estudiantes, así mismo estimar el tiempo requerido para su desarrollo.

A continuación, se explicará cada una de las preguntas seleccionadas en el test (ver tabla No. 4).

Tabla 4.

Características de las preguntas del cuestionario

Pregunta	Nivel de complejidad		Objetivos de las preguntas	Concepto
	Alto	Medio		
1		x	Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas	Reacciones endo y exotérmicas
2		x	Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico.	Reacciones reversibles e irreversibles
3, 4, 9		x	Analiza 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.	Velocidad de reacción y factores que la afectan
5 10	x	x	Reconoce que si en el sistema en equilibrio se modifica algún factor (presión, temperatura, concentración,..) este evoluciona en el sentido que tienda a oponerse a dicha modificación.	Principio de Le Chatelier
6		x	Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos	Equilibrio químico
7, 8		x	Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas.	Constante de equilibrio

3.2.2 Observación no participante y grabación de vídeos de las lecciones.

Esta técnica de recolección de información, es un “proceso sistemático y controlado, mediante el cual se recoge información, en un contexto natural o ficticio, durante la realización de una investigación” (Gil, 2011, p. 107). Por lo cual, mediante la observación se podrán recoger datos que permitan conocer las acciones de los agentes investigados para comprender todo el proceso que allí se lleva a cabo.

El proceso de observación realizado en esta investigación responde al segundo objetivo específico, puesto que permitió conocer las acciones de los estudiantes y el docente durante los cuatro meses de intervención, para una mayor comprensión del objeto de estudio. La observación realizada fue no participante porque el investigador no tuvo intervención en las clases, además se considera de campo debido a que se realizó in situ y, no estructurada porque se utilizaron equipos técnicos auxiliares. El equipo utilizado fue una cámara de video con los que se grabaron las cuatro actividades propuestas en el material instruccional realizadas por los estudiantes. El instrumento de registro fue un diario de campo donde se consignó información descriptiva, detalles claves y citas directas.

El proceso de observación se realizó durante los meses de agosto a diciembre del 2016, los cuales configuran el tercer periodo con el que finaliza el año escolar. Las observaciones y grabaciones de las lecciones fueron organizadas de igual manera que están planteadas las actividades del objeto de aprendizaje: actividad de introducción, actividad 1 de cinética química, actividad 2 reacciones reversibles y equilibrio químico, actividad 3 factores que afectan la velocidad de la reacción y actividad 4 principio de Le Chatelier.

3.2.3 La entrevista.

La entrevista, consiste en una conversación verbal entre el investigador y los estudiantes con una finalidad específica para recolección de información fundamental para la investigación. Este instrumento suele estar conformado por una serie de preguntas cada una con un objetivo determinado, que permite conocer las percepciones sobre ciertos aspectos (Gil, 2011). En la presente investigación la entrevista se aplicó a diez estudiantes elegidos al azar, con el fin de explorar las percepciones de los estudiantes sobre la introducción al aula de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico.

Entre los tipos de entrevistas podemos encontrar la estructuradas, que tienen como objetivo conocer las opiniones de los entrevistados por medio de unas preguntas ya diseñadas, que precisan la información que se necesita (Gil, 2011). Para este estudio, la entrevista consta de cinco preguntas retomadas, traducidas y adaptadas de la investigación Instructional Design: Development, implementation and evaluation of a teaching sequence about plant nutrition in Saudi, realizada por Mohammed (2010), las cuales se presentan a continuación:

Tabla 5.

Preguntas guiadas utilizadas en las entrevistas de los estudiantes

1. Did you realise that the teacher's practice was different from his usual style of teaching?
 - What was new?
 - What was the same?
2. How do you rate your learning with regard to plant nutrition compared to other topics in biology? Better, the same, worse?

- Which parts do you think you understood very well? “Look at your notes of the lesson”.
- Which parts do you feel you couldn’t understand? “Look at your notes of the lesson”.
- 3. Which of the following did you like or dislike and why?
 - Being aware of your ideas.
 - Group discussion.
 - Talking to the teacher and other students.
- 4. Which of the techniques above affected your learning, and in which way?
- 5. How do you see learning biology after experiencing the sequence?
 - Compare biology to other science topics.
 - What kinds of study skills are required?

Tomado de Mohammed (2010)

La traducción y adaptación de las preguntas anteriores, tomando como referencia el problema de esta investigación generan los siguiente interrogantes, los cuales guían la entrevista semiestructurada realizada a los estudiantes después de haber finalizado la intervención (ver tabla 6) quedan de la siguiente manera:

Tabla 6.

Preguntas guiadas utilizados en las entrevistas de los estudiantes

1. ¿Evidencia que la enseñanza del profesor de química fue diferente del estilo habitual de enseñanza en otras asignaturas?
 - ¿Qué elementos diferentes tiene este estilo de enseñanza al de otras asignaturas?
 - ¿Qué elementos son iguales al estilo habitual de otras asignaturas?
2. ¿Cómo califica su aprendizaje sobre el equilibrio químico en comparación con otros temas de otras asignaturas? ¿Mejor, lo mismo, peor?
 - ¿Qué temas de los que estructuran la enseñanza del equilibrio químico lograste comprender con mayor facilidad? ¿Por qué?
 - ¿Qué temas de los que estructuran la enseñanza del equilibrio químico te causó mayor dificultad comprender? ¿Por qué?
3. ¿Cuál de las siguientes estrategias le gustó o no le gustó y por qué?
 - Discusión en pequeños grupos.
 - Discusión con toda la clase.

- Elaboración de textos escritos
- Lectura de textos multimodales
- Utilización de recursos tecnológicos digitales
- Uso de prácticas de laboratorio

Elaboración de textos multimodales con formato digital

4. ¿Cuál de las estrategias anteriores facilitó su aprendizaje, y de qué manera?
 5. ¿Qué opina del uso de la estrategia de escribir para aprender química?
- Compara el aprendizaje que tienes de química con otras materias científicas.
 - ¿Qué tipo de habilidades son necesarias desarrollar para aprender química a través de la escritura?

Al ser estas preguntas adaptadas de una investigación, se considera que ya fueron validadas. La primera pregunta trató de evidenciar si los estudiantes ven las diferencias entre la estrategia de enseñanza del profesor de química y las otras áreas. Con la segunda pregunta, se explora cuestiones específicas relacionadas con el aprendizaje, se hace referencia a cuestiones sobre el propio aprendizaje de los estudiantes sobre el contenido equilibrio químico y otros de diferentes asignaturas. A continuación, la tercera y cuarta pregunta explora los aspectos pedagógicos, a saber, las ideas que suscitan, los grupos de discusión, el proceso de lectura y escritura, el uso de las TIC y de actividades experimentales, y la forma en que el apoyo de aprendizaje. La última pregunta trabajó como conclusión de la entrevista, pidiendo a los estudiantes un juicio global invitándoles a comparar las clases de química con las clases de otras materias.

3.2.4 Documentos: escritos de los estudiantes.

Los documentos, materiales y artefactos productos de una investigación son considerados una fuente muy valiosa en un estudio. Lo anterior, se debe a que estos nos pueden ayudar a la comprensión del fenómeno de estudio, conocer los antecedentes de un ambiente o su comportamiento en la cotidianidad. Entre los varios documentos que se podrían recoger encontramos los documentos escritos personales, que tienen como ventaja que son producidos por

los participantes del estudio en su lenguaje (Hernández, Fernández & Baptista, 2003). En este sentido, el presente estudio recolectó los escritos de los estudiantes correspondientes a tareas de cada actividad propuesta en el objeto de aprendizaje, donde explicitan su comprensión de los contenidos del equilibrio químico.

Finalmente, los datos recogidos a través de estas técnicas 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).

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.

3.3 Análisis de datos

El análisis de datos de esta investigación se lleva a cabo en dos fases entrelazadas, en la fase 1 se alcanza el objetivo 1 por medio de la interpretación del pre y pos test realizado a través de la aplicación de un estadístico de evolución del aprendizaje: Ganancia de Hake. Y la Fase 2 resolverá los Objetivos 2 y 3, ya que la información recogida mediante la observación no participante, los documentos de los estudiantes y la entrevista se analizarán siguiendo las técnicas y procedimientos de la teoría fundamentada (Strauss & Corbin, 2002). 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.

3.3.1 Fase 1: Análisis de datos cuantitativos.

Como se mencionó anteriormente, en este estudio se aplicó un test durante dos momentos, antes y después de la intervención. El análisis de los datos obtenidos de estas fuentes documentales se

hizo por medio de la ganancia media de Hake (1998). Este es un estadístico ampliamente reconocido en el campo de la investigación educativa que sirve para identificar cuál es el avance en el aprendizaje de los estudiantes, en este caso del equilibrio químico.

Inicialmente, los resultados fueron organizados y estudiados considerando el total de respuestas satisfactorias por estudiantes para estructurar la información recogida. El tratamiento inicial de los datos, sobre el número de respuestas correctas contestadas me permite evidenciar un significativo aumento en el postest con respecto al pretest para todos los estudiantes en general, donde la mayoría de ellos superaron su puntaje inicial. Así, se conoce el primer indicio de aumento de aprendizaje en la población intervenida.

A continuación, se presenta la tabla como se organizaron:

Tabla 7.

Número de respuestas acertadas por los estudiantes

Estudiantes	Respuestas acertadas pretest	Porcentaje %	Respuestas acertadas postest	Porcentaje %
1	5	50%	10	100%
2	4	40%	10	100%
3	4	40%	10	100%
4	4	40%	10	100%
5	3	30%	9	90%
6	3	30%	9	90%
7	3	30%	9	90%
8	3	30%	9	90%
9	2	20%	9	90%
10	2	20%	8	80%
11	2	20%	8	80%
12	2	20%	8	80%
13	2	20%	8	80%
14	2	20%	8	80%
15	2	20%	8	80%
16	2	20%	8	80%
17	2	20%	7	70%
Promedio	2.764	27.647	8.705	87.058

La organización de los anteriores datos permitirá al investigador realizar la medición de la ganancia conceptual, puesto que inicialmente debe tenerse la medida estandarizada del entendimiento conceptual del equilibrio químico evaluando los resultados del pre y postest. A

continuación, se podrá hallar la ganancia normalizada de Hake, que recuenta la evolución del aprendizaje de un grupo de estudiantes y elude la dificultad de comparar entre los estudiantes que comienzan una asignatura o aprendizaje mejor preparados que otros. Igualmente, permite conocer la efectividad o no de alguna estrategia de enseñanza en particular, considerando el nivel inicial del estudiante. Esta ganancia se determina como la razón del aumento de una prueba antes de la intervención (pre) y una prueba posterior a ella (post) 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:

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

Donde:

g_{corr} = Ganancia Normalizada de Hake corregida.

pretest % = Resultados correctos en el examen antes del curso.

postest % = Resultados correctos en el examen posterior al curso.

La anterior ecuación representa el posible cambio en la comprensión de los estudiantes. Debido a que si se principia desde un estado inicial de conocimiento de un concepto en particular, el cambio conceptual debe ser proporcional a lo que le falta a los estudiantes para lograr un referente teórico semejante al de la comunidad científica. (Hake, 1998).

A continuación, se muestra la ganancia de Hake corregida (Hake, 1998) obtenido para este estudio considerando los datos organizados arriba.

Inicialmente, 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 por estos fueron del 20%. El promedio de clase del pretest fue de 27.647%, el promedio de clase del postest fue de 87.058% y la ganancia normalizada promedio de clase fue de 0.821 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 aprender.

$$g_{corr} = \frac{(87.058 - 27.647)}{(100 - 27.647)} = 0.821$$

Así pues, el valor obtenido de la ganancia de aprendizaje evidencia que los estudiantes lograron comprender los diferentes fenómenos que configuran al equilibrio químico. 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 necesario resaltar 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.

3.3.2 Fase 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 sesiones de clase, las producciones escritas por los estudiantes y las entrevistas que se les realizó a estos. Cabe resaltar que el uso de estas tres fuentes de datos le proporcionará a la investigación validez y calidad.

Ahora bien, considerando los datos mencionados arriba se procede a analizarlos e interpretarlos bajo la teoría fundamentada de Strauss y Corbin, para lo cual se inició a realizar un ordenamiento conceptual que es el precursor de la teorización.

3.3.2.1 Ordenamiento conceptual.

El ordenamiento conceptual se refiere a la organización de los datos considerando sus propiedades, características y elementos en común en categorías. Esta organización consta de varios pasos, la reducción de datos, la selección de unidades de análisis, asignación de códigos,

elaboración de categorías y la vinculación de estas con las subcategorías, todo eso permite tener una teoría bien desarrollada (Strauss y Corbin, 2002), que en la presente investigación se llevaron a cabo mediante el uso de un software de análisis de datos cuantitativos, llamado ATLAS.ti. Así pues, el ordenamiento conceptual de los datos obtenidos, consistió en: codificar los momentos claves de la observación, así como elementos más relevantes para de los escritos de los estudiantes, las entrevistas. Para los códigos designados se crea un sistema de categorías que posteriormente serán relacionadas por una categoría medular.

3.3.2.2 Codificación.

Según Strauss y Corbin (2002) la codificación es un proceso analítico por el cual se fragmentan, conceptualizan e integran los datos para producir una teoría, además le sirve a los investigadores para poder trabajar con considerables cantidades de datos brutos. Al descomponer los datos, identificar y relacionar los conceptos, se están obteniendo los elementos integrantes de la teoría. Para lo anterior, es necesario realizar tres subprocesos llamados codificación abierta, axial y selectiva.

En este sentido, para esta investigación se tuvo en cuenta los datos obtenidos de diferentes fuentes documentales como las entrevistas, vídeos y escritos de los estudiantes, así como considerando lo planteado en el problema de investigación y lo desarrollado en el marco teórico. Los cuales fueron descompuestos en pequeñas unidades de análisis importantes para la investigación, que posteriormente fueron reagrupadas en categorías según las propiedades en común, lo anterior permitió el desarrollo teórico de la incidencia de la introducción al aula de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico.

3.3.2.2.1 Codificación abierta

Asignación de códigos:

Para esta codificación es necesario descomponer los datos de la investigación en partes (evento, una frase, un objeto, una acción) y colocar una etiqueta que representa de forma abstracta algo significativo para el investigador. Estas partes en las que se descomponen los datos son conocidas

como unidades de análisis, entre las cuales se buscan similitudes y diferencias para ser agrupadas en conceptos más abstractos llamadas categorías (Strauss y Corbin, 2002).

Para efectos de esta investigación, el proceso de codificación abierta se realizó descomponiendo los textos de los estudiantes, las transcripciones de la entrevista y los segmentos de los videos en pequeñas unidades de análisis. Dichas unidades, resultan claves para la investigación, puesto que son los eventos críticos, sucesos importantes o fenómenos que con mayor relevancia para la investigación.

Cabe mencionar, que el proceso de codificación de esta investigación se realizó mediante el uso de un programa de cómputo para investigaciones cualitativas llamado ATLAS.ti, el cual selecciona las unidades de análisis (ver figura 4) considerando el tipo de archivo que se analice, en este caso para los trabajo y entrevistas pueden ser párrafos, oraciones, y, para los videos son segmentos de éstos que representen los eventos críticos para el estudio. En este sentido, estas unidades de análisis contienen elementos claves que deben ser analizados a la luz del marco conceptual y del problema de investigación. Algunas de las posibles unidades que se podrían considerar son el uso del lenguaje en el aula, las tareas de escritura, estrategias pedagógicas que potencien el aprendizaje del equilibrio químico, entre otros.

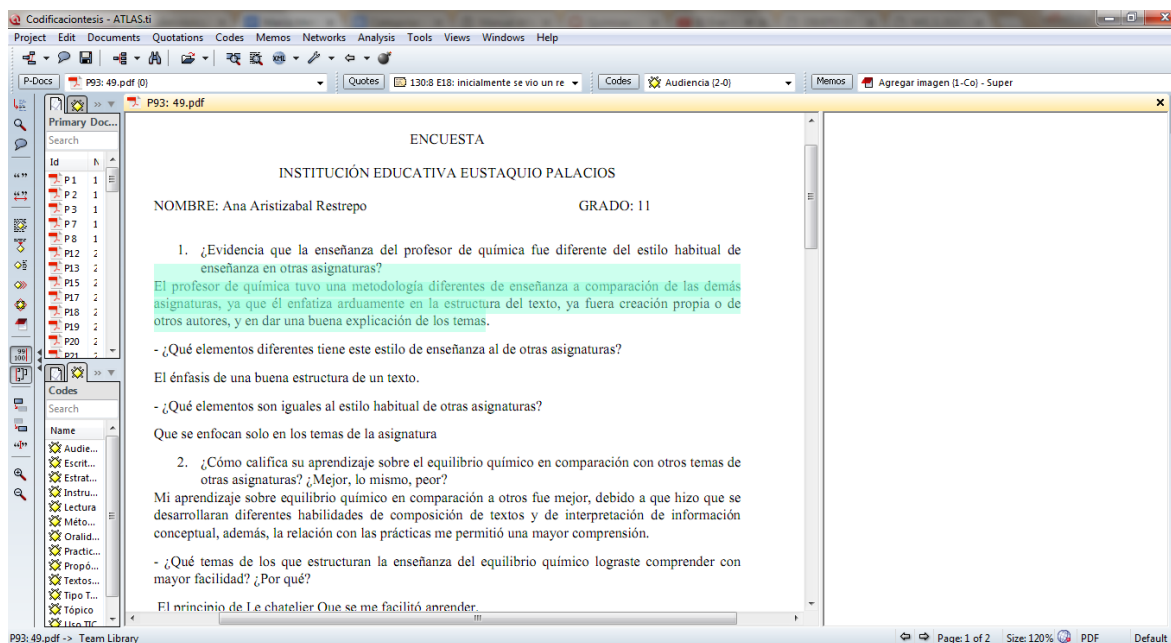


Figura 4. Ejemplo de selección de unidades de análisis

Así pues, una vez seleccionadas las unidades de análisis se inicia a considerar ciertas propiedades de estas para asignarles un código (ver figura 5), que permitirá un manejo más sencillo de la información. Este código debe contemplar el significado del evento que encarna, es decir, es una representación abstracta de un evento o cualquier factor que un investigador identifica como significativo en los datos, de acuerdo al estudio (Strauss y Corbin, 2002). En otras palabras, el concepto resulta una palabra más abstracta la cual resume todo el significado del evento que representa.

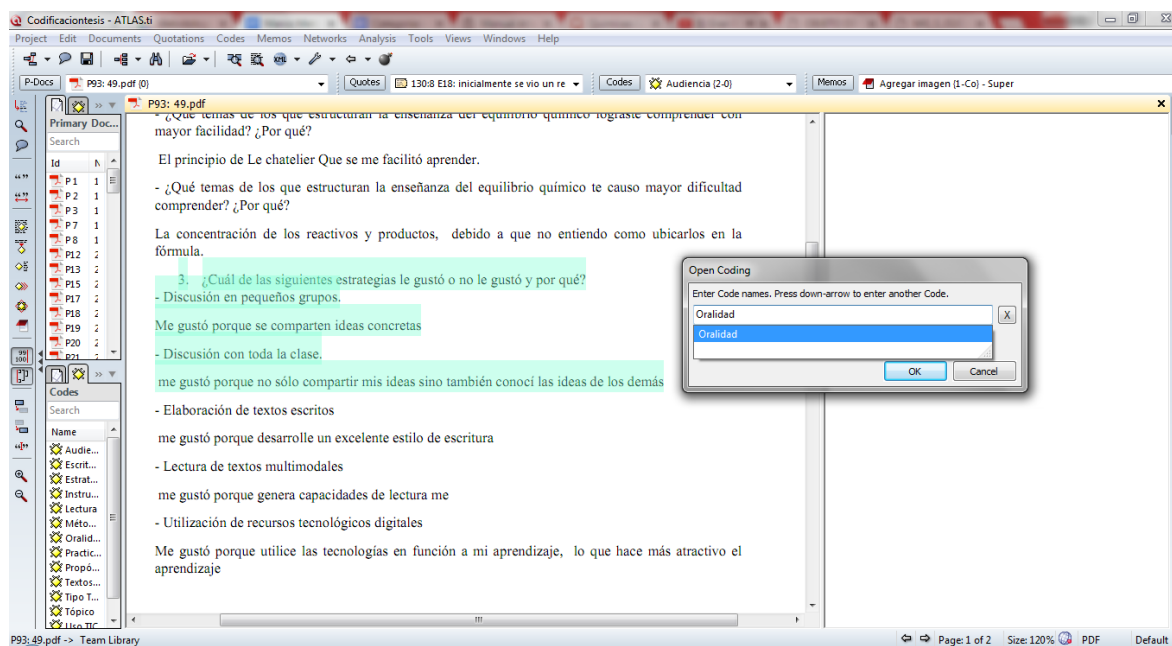


Figura 5. Ejemplo de asignación de códigos

Categorización:

Una vez codificados los eventos se procede a considerar las características comunes entre estos para agruparlas bajo una misma etiqueta, la cual reúne elementos que tienen atributos similares y responden a una parte singular de la investigación.

Por tanto, el proceso analítico de agrupar y reagrupar el conjunto de códigos y subcategorías⁴ que presentan propiedades comunes permite construir etiquetas de mayor grado de generalidad o abstracción denominadas categorías (véase tabla 11). Agrupar estos conceptos fue muy relevante al momento de reducir el número de unidades, así como mejorar el potencial analítico, explicativo y predictivo de la información que se ha recogido en la investigación. En esta investigación se inició con un número de veinte subcategorías y seis categorías, las cuales al establecer los puentes de comunicación, comparación y considerando el marco teórico del estudio lograron reagruparse de una manera más general que dieran explicaciones más amplias y enriquecidas, terminando de esta manera con trece subcategorías y cuatro categorías. Naturalmente, dichas categorías juegan un papel clave en la formulación de la teoría que le da respuesta al problema, de la incidencia que tiene la estrategia de escribir para aprender durante construcción de la comprensión del equilibrio químico.

Tabla 88.

Frecuencia de subcategorías

Categoría medular	Categoría	Subcategoría	Frecuencia
La estrategia de escribir para aprender como una herramienta para la comprensión del equilibrio químico	Relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender	Oralidad	11
		Lectura	6
		Escritura	19
		Tópico	22
		Audiencia	2
	Elementos que configuran las tareas de escritura	Propósito	1
		Tipo de texto	10
		Método de producción	1
	Características del aula de química	Estrategias pedagógicas	10
		Instrucción uso lenguaje	13
		Prácticas experimentales	11
		Textos multimodales	7
	Integración de prácticas experimentales, textos multimodales y TIC	Uso TIC	10

⁴ Una subcategoría también es una categoría, pero, en lugar de representar un fenómeno, responden preguntas sobre estos tales como cuándo, dónde, por qué, quién, cómo y con qué consecuencias, dando así a los conceptos un mayor poder explicativo (Strauss y Corbin, 2002).

Para la presente investigación se identifican cuatro categorías, las que serán descritas a continuación.

1. *Relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender*: los códigos agrupados aquí hacen referencia al énfasis al uso de la argumentación y comunicación oral de los estudiantes, ya sea para expresar sus entendimientos, para negociar o persuadir a sus compañeros de las ideas que ellos consideran ciertas. Así mismo, el proceso de lectura inferencial que realizan de diversos textos, en el cual mejoran su comprensión y aprenden del lenguaje científico. Finalmente, algunas ideas que tienen los estudiantes sobre cómo la escritura les permite aprender química, igualmente, se destacan los momentos donde se hacen las correcciones de los escritos de sus compañeros, la instrucción del maestro y el análisis de forma y función de diferentes textos (Ver Anexo 2).

2. *Elementos que configuran las tareas de escritura*: los códigos de esta categoría buscan evidencias relacionadas con los elementos claves que deben tener las composiciones textuales de los estudiantes. Por ejemplo, durante construcción de un texto ellos deben tomar en consideración la audiencia a quien va dirigido el texto, el propósito o intención, el tipo de texto, el método de producción y el tópico. Estos elementos les permitirá saber cuál es el lenguaje adecuado para explicar sus ideas a otros; el objetivo, que les ayuda a direccionar su texto de diferentes formas ya sea para argumentar, comunicar, refutar o ampliar una idea; el método de producción, ya sean individuales o grupales y también utilizando herramientas como procesadores de textos o papel y lápiz; el tipo texto para ver si tienen la estructura de cada uno, si hubo revisión de la macro y microestructura y si se usaron los elementos que cada género textual requiere; y por último, el tópico sobre el que escriben, reconociendo el uso que hacen los estudiantes del lenguaje multinivel, las dificultades, limitaciones y concepciones alternativas, la comprensión de las entidades y procesos de los temas que configuran el concepto de equilibrio químico (Ver Anexo 3).

3. *Características del aula de química*: en esta categoría se recogen los códigos que permiten evidenciar la concepción del aula como un espacio sociocultural donde el lenguaje es considerado como una herramienta de aprendizaje. Así mismo, se toman en cuenta los códigos relacionados con la forma explícita de enseñanza de las normas lingüísticas de oralidad, lectura y escritura científica. Al igual que, las acciones y estrategias que utiliza el profesor durante sus clases, lo que

le permite a los estudiantes gestionar su aprendizaje y ser el protagonista de este proceso (Ver Anexo 4).

4. *Integración de las prácticas experimentales, textos multimodales y TIC:* esta categoría se determina cómo las prácticas experimentales y los textos multimodales actúan como mediadores de la comprensión de las entidades y procesos que subyacen al equilibrio químico. Adicionalmente, se registran los momentos cuando se hace uso de los textos multimodales representados a través de las tecnologías, y a su vez cómo estas resultan importantes para potenciar el aprendizaje de los estudiantes (Ver Anexo 5).

3.3.2.3 Codificación axial

Posterior a la creación de las categorías, se continúa con el proceso de codificación axial, en el cual se establecen relaciones entre las categorías emergentes, con el fin de reagrupar los datos y conectarlos para lograr una mejor comprensión del estudio.

Como se mencionó anteriormente, se lograron consolidar cuatro categorías que fueron descritas en el proceso de codificación abierta, las cuales recogen los elementos más importantes para el estudio y evidencian la relación con estos, por ello sus nombres expresan dichas relaciones (Ver Tabla 9)

Tabla 9.

Relación entre categorías y subcategorías

Categorías	Subcategorías
Relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender	Oralidad
	Lectura
	Escritura
Elementos que configuran las tareas de escritura	Tópico
	Método de producción

	Propósito
	Tipo texto
	Audiencia
Características del aula de química	Instrucción uso lenguaje
	Estrategias pedagógicas
Integración de las prácticas experimentales, textos multimodales y TIC	Prácticas experimentales
	Textos multimodales
	Uso de las TIC

Al final de la codificación, el ATLAS.ti arroja la frecuencia de ocurrencia cada una de las categorías (ver Tabla 10), lo que me permite analizar la trascendencia y pertinencia de cada una de estas para la investigación. Cuan mayor sea esta frecuencia, mayor es el significado de la categoría para el estudio, es decir, que sus propiedades, unidades de análisis y características son claves en la resolución del problema de investigación.

Por último, al establecer las relaciones entre las categorías y subcategorías y describir las propiedades de estas últimas, se procede a construir, explicar y categorizar la categoría central y las generalizaciones naturalísticas.

3.3.2.4 Teorización (codificación selectiva):

El proceso final de la teoría fundamentada de Strauss y Corbin (2002) se conoce como codificación selectiva o teorización, en el que se refina la teoría. Para lo cual, se construyen las generalizaciones naturalísticas (ver tabla 13) como resultado de los datos codificados, categorizados y analizados.

La codificación selectiva consta de tres etapas: la integración, la determinación de la categoría central y el refinamiento de la teoría o construcción de las generalizaciones naturalísticas. En la primera, al interpretar nuevamente los datos se inicia a establecer las relaciones entre estos, las subcategorías y las categorías, ubicando los puentes de comunicación y vinculación entre los dos

tipos de datos recogidos: cuantitativos y cualitativos. En la segunda etapa, se constituye y fundamenta la categoría medular del estudio, con la que se integran las categorías encontradas. Por último, en la tercera etapa se desarrollan las generalizaciones naturalísticas, en las cuales se integran y relacionan las propiedades de cada categoría con la medular, obteniendo información importante para explicar el fenómeno estudiado.

Así bien, en esta investigación a partir de los datos obtenidos con el estadístico de Hake y el análisis de los datos cualitativos se construye las generalizaciones naturalísticas, donde los primeros datos sustentan que los estudiantes lograron comprender los distintos conceptos trabajados con la estrategia de escribir para aprender y por ende obtuvieron buenos resultados en el postest.

3.3.2.5 *Categoría central o medular:*

Como se ha mencionado ya, durante el ordenamiento conceptual emergieron cuatro categorías que explican aspectos relevantes para la investigación, pero cada uno de estas a pesar de ser diferentes en sus propiedades coinciden siempre con elementos claves de la estrategia de escribir para aprender. Por ello, en cada una de dichas categorías se finaliza o incluye el proceso de escribir textos con características particulares que potencien la comprensión de los conceptos relacionados con el equilibrio químico, respondiendo así de manera positiva a la pregunta y objetivos de la investigación.

Ahora bien, teniendo en cuenta el eje central de la investigación se debe establecer una categoría medular que permita sostener las relaciones con las demás categorías, para que de esta manera no sea una interacción fortuita o imprecisa. Esta categoría, conocida también como categoría axial tiene como características una alta frecuencia de ocurrencia y representa el tema principal de la investigación (Strauss y Corbin, 2002). En este sentido, para lograr construir las generalizaciones que estructuran la teoría que da solución al problema en cuestión, se elige como categoría central a la estrategia de escribir para aprender. Naturalmente, esta es una proposición que engloba todo lo relacionado con la investigación.

Conviene subrayar, que la categoría medular de este estudio tiene como tarea principal vincular semánticamente las otras categorías ya establecidas. Desde luego, que dichas relaciones proposicionales son traducidas por medio de un conjunto de generalizaciones naturalísticas (véase tabla 10), cuyo desarrollo teórico busca comprender a profundidad el caso estudiado a lo largo de esta investigación.

Tabla 109.

Generalizaciones naturalísticas

Categoría Medular	Categorías	Generalizaciones Naturalísticas
La estrategia de escribir para aprender, como una herramienta para la comprensión del equilibrio químico.	Relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender	El efecto de relacionar la oralidad, la lectura y la escritura para la comprensión del equilibrio químico.
	Elementos que configuran las tareas de escritura	La implementación de un modelo de escritura como una herramienta de aprendizaje y comprensión del equilibrio químico.
	Características del aula de química	El aula de química: comunidad de aprendizaje mediada por el lenguaje escrito.
	Integración de las prácticas experimentales, textos multimodales y TIC	Las prácticas experimentales, el lenguaje escrito y las TIC, herramientas que median la comprensión del equilibrio químico.

Considerando las anteriores relaciones entre la categoría medular y las demás categorías (ver Anexo 6), se establecieron cuatro generalizaciones naturalísticas, cuyas propiedades serán descritas a continuación.

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. En esta generalización se 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 los estudiantes sobre cómo aporla 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.

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, la integración de todos estos elementos mejora el aprendizaje de los estudiantes.

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.

Las prácticas experimentales, el lenguaje escrito y las TIC, herramientas que median la comprensión del equilibrio químico.

Para esta generalización se vincula la categoría medular y la categoría integración de las prácticas experimentales textos multimodales y TIC. Esta generalización resalta como el uso de otros elementos no considerados al inicio de la investigación ni en la estrategia de escribir para

aprender potenciaron el aprendizaje del equilibrio químico. En este sentido, se caracteriza como el uso de textos multimodales mejoran la lectura y escritura de los estudiantes; igualmente, como la realización de prácticas experimentales da la oportunidad a los estudiantes de desarrollar su oralidad para argumentar sus ideas al momento de predecir y justificar, y, la escritura cuando componen informes no tradicionales donde representan la comprensión alcanzada del fenómeno estudiado. Así mismo, se identificó que el uso de las TIC en las clases de química incrementa el interés de los estudiantes por aprender y facilita el proceso de escritura, por su acercamiento y gusto por estas.

4 Capítulo IV. Resultados

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

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 (oralidad, lectura y escritura) como mediadoras de la comprensión de los procesos que subyacen al equilibrio químico. Naturalmente, dichas habilidades son empleadas a lo largo del desarrollo de la lección como herramientas de negociación de significados y formas de significar.

Así pues, durante el desarrollo de todas las actividades de aprendizaje se logra evidenciar que el profesor Diego usa como una de sus estrategias de enseñanza la lectura comprensiva. De hecho, él enfrenta a los estudiantes con diversos tipos de textos de formato continuo y discontinuo presentados en forma impresa o digital. El objetivo que funda a esta estrategia es el de asistir a los estudiantes en el desarrollo tanto de las habilidades de lectura como 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 le 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.

La siguiente transcripción de un video, nos muestra como lo expresado arriba se desarrolla en una clase del profesor Diego, en la cual utiliza la estrategia de lectura comprensiva para el concepto de la temperatura como factor que condiciona la velocidad de las reacciones⁵:

P: Aquí vamos a trabajar estrategias de lectura comprensiva para entender el tema de cómo la temperatura afecta la velocidad de las reacciones del cuerpo. Hay algo que se llama la macroestructura a nivel del título, o sea, que yo leyendo el título puedo hacer una predicción de lo que va a aparecer en el cuerpo del texto, entonces leamos el título y piensen e interpreten en veinte segundos e infieran o pronostiquen lo que va a aparecer en el texto. Listo ¿qué te dice el título?

E1: el título nos muestra claramente que la velocidad de las reacciones químicas va a depender de una temperatura, que la velocidad va a ser mayor o menor dependiendo de la temperatura.

E3: el título nos puede hacer inferir que la temperatura es un factor clave para la velocidad de las reacciones en nuestro cuerpo, es decir que en el cuerpo del escrito nos van a dar una explicación un poco más amplia de cómo la temperatura ya sea que venga de medios externos o internos va a afectar la velocidad de la reacción.

P: ¿Qué dice la idea principal?

E9: que en el cuerpo humano existen diversas reacciones químicas en ciertas temperatura que es conveniente para nosotros y no es perjudicial

E10: Existen diferentes reacciones en el cuerpo que ocurren en una temperatura que es de 37°.

P: ¿qué deben decir las siguientes ideas?

E11: complementar la idea principal, cuáles son las reacciones químicas que se dan a esa temperatura.

⁵ En las viñetas utilizadas se encuentran la letra P que hace alusión al profesor Diego y la E a los estudiantes

P: ustedes en este momento están haciendo inferencias de las posibles ideas secundarias, ahora leamos la idea secundaria para ver si sus inferencias están de acuerdo a las del escritor. ¿Esta idea comenta algo de la principal, qué dice ahí?

E12: Esa idea es un complemento de la primera, mencionan que esa temperatura permite mantener un equilibrio, y, por primera vez menciona la homeostasis, como ejemplo de las condiciones normales de nuestro cuerpo.

E13: que es correcto, pero además de ser un sustento de la idea principal es una ampliación de la información, ya que nos está llevando desde un punto principal a lo que se trata de una reacción química en el cuerpo humano, que se trata de un equilibrio, que depende de muchos factores como son las enzimas que son catalizadores que ayudan a las reacciones...⁶

Una de las características más importantes de la clase referida arriba, es que el texto que utiliza el profesor Diego es diseñado por educadores en ciencias, lo que lo hace más asequible para los estudiantes, ya que no contiene una ardua información, ni utiliza terminología demasiado técnica, ni un estilo impersonal, que son características de los textos escolares diseñados por la editoriales. Adicionalmente, el texto que presenta en clase el profesor es atractivo para los estudiantes, ya que, trata un tema de química desde un fenómeno cotidiano que sucede en el cuerpo humano, lo que motiva a los estudiantes a comprender la situación descrita en él.

Así mismo, se puede evidenciar que el proceso de lectura guiado por el docente en la clase, no recae a una simple identificación de ideas o palabras desconocidas, lo que no es significativo para el aprendizaje. Por el contrario, Diego utiliza una estrategia de lectura desde los marcos teóricos que conoce y se los explica a sus estudiantes, con el fin de permitirles interpretar, explicar, discutir y argumentar sobre la velocidad de las reacciones bioquímicas.

⁶ Documento P127: Actividad Introducción. La temperatura como factor que condiciona la velocidad de las reacciones bioquímicas.

Posterior al proceso de lectura, se conforman pequeños grupos de discusión en los cuales los estudiantes desarrollaran 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 le permite a los estudiantes perder el temor para exponer sus ideas y también para enriquecer éstas considerando las de sus compañeros. Por lo general, estos grupos son de tres a cuatro miembros lo que evita que se fragmente la discusión, que se formen subgrupos y los motiva para que todos sean partícipes de esta.

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.

Así mismo, el profesor Diego considera desde los marcos teóricos algunos aspectos que debe tener el tema que se va a aprender en clase, ya que a través de éste podrá despertar el interés en sus estudiantes y a su vez incentivar el uso del lenguaje de la química en las discusiones que se generan. Es por ello, que crea en el aula un ambiente de respeto, seguridad y confianza en el que todos decidan participar, orienta las discusiones para que no pierdan el sentido y atrae la atención de todos preguntando frecuentemente por las intervenciones de sus compañeros e interrogando acerca de su postura frente a ellas. Este último elemento potencia el uso de la oralidad, puesto que los estudiantes defienden sus ideas o argumentan el por qué no comparten las de sus compañeros.

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 autor les está comunicando en utilizando un lenguaje más formal.

Lo anterior, lo afirman los estudiantes durante las entrevistas realizadas para conocer la percepción de la estrategia utilizada por el docente en las clases de química, donde manifiestan que la discusión en clase les parece un elemento clave para su aprendizaje, algunas de sus razones son:

E1: La discusión en pequeños grupos me gusta, ya que, al encontrarse con ideas diferentes a las mías, genera una necesidad de conclusión objetiva grupal que después será compartida por cada grupo conformado.

E2: Llevar nuestros argumentos con respecto al área a discusión entre pequeños grupos de personas y posteriormente a toda la clase, nos enfrentó a nuestro miedo al hablar en público, y agudizar nuestra postura y forma de argumentar frente a unos determinados ítems.

E3: Durante las clases se sabe que entre pares se conocen mejor, es decir, entre compañeros podemos secundar los conceptos desconocidos y adaptarlos a nuestra forma de pensar. Esta estrategia es una de las mejores, ya que, nos permitía compartir los puntos de vista que teníamos sobre el tema que estuviéramos viendo en general, y también, ayudar a otros compañeros a corregir ideas erróneas. Cuando entramos en el tiempo de debate con la clase, juntamente con el profesor, se puede decir que todos hacemos el proceso de retroalimentación y llevamos nuestras dudas a un nuevo nivel.

E4: La discusión con toda la clase me gusto, porque además de vencer todos nuestros temores, nos equivocamos, pero de ello aprendimos y cada vez nos hacíamos más fuertes y sentíamos más seguridad a la hora de expresarnos, mirarnos, y dialogar o argumentar todas nuestras ideas o respuestas concretamente⁷.

⁷ Entrevistas a los estudiantes. Documentos P38, P40, P41 y P42.

Las anteriores afirmaciones realizadas por los estudiantes permiten evidenciar la importancia que retoma la oralidad para el aprendizaje de los contenidos del equilibrio químico, ya que para dar a entender sus ideas, interpretaciones, opiniones o entendimientos deben hablar claro y conciso. Es así, como los estudiantes pueden desarrollar una comprensión de los conceptos estudiados en las clases, debido a que han logrado comunicar sus entendimientos y responder a diferentes cuestionamientos que realizan sus compañeros o profesor.

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 Diego 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. Una de las razones por las cuales la escritura resulta ser compleja, se debe a que el estudiante no tiene la oportunidad de apoyarlas o aclararlas utilizando su argumentación o un lenguaje gestual como lo puede hacer durante el uso de la oralidad, por el contrario su texto debe ser capaz de comunicar su intención y contenido completamente solo.

Para la elaboración de los textos el docente suministra a los estudiantes elementos claves que les permiten a ellos conocer el objetivo de éste al igual que el público a quien va dirigido. Considerar este último elemento para los escritos, les permite a los estudiantes cambiar el propósito de escribir de manera evaluativa para su docente y así elaborar un texto con una intención comunicativa genuina y una mayor motivación para escribir.

A continuación observaremos un fragmento de la clase del docente donde da las indicaciones de escritura a sus estudiantes:

...P: en casa van a terminar de realizar la lectura, analizar la forma y la función de esta, y, finalmente van a elaborar un texto que tenga como audiencia sus padres de familia y

*como propósito explicar el tema de las reacciones bioquímicas, además van a seleccionar un tipo de texto y a través de qué instrumento realizan...*⁸

Teniendo en cuenta lo anterior, los estudiantes elaboran un plan de escritura en el cual consideran la micro 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, le permite a los estudiantes utilizar el proceso de escribir para sondear, analizar, refinar su conocimiento, además de organizar sus ideas y comunicar la comprensión de la relación entre la temperatura y la velocidad de las reacciones bioquímicas.

Ahora bien, se presenta un escrito de los estudiantes donde consideran todos los elementos presentados arriba:

La temperatura como factor que incide en la velocidad de las reacciones bioquímicas.

Queridos padres, en el siguiente escrito queremos que conozcan un tema que tiene como fin, que ustedes puedan comprender mejor los procesos bioquímicos que suceden en nuestro organismo. ¿Se preguntarán qué importancia posee este tema? Pues verán, este trata acerca de cómo la temperatura incide en la velocidad de las reacciones bioquímicas, las cuales tienen la función de mantener un equilibrio en nuestro cuerpo. Dentro de ellas, participan las enzimas que funcionan como catalizadores para generar las condiciones energéticas para que se aumente la velocidad de las reacciones.

Los reactivos son sustancias simples que, al reaccionar con otras, se reorganizan formando nuevas sustancias denominadas productos. Ahora bien, la temperatura junto con los catalizadores son factores que ayudan a los reactivos a debilitar y fortalecer simultáneamente los enlaces químicos para formar los productos. Por lo tanto, en los

⁸ Documento P127: Actividad Introducción. Transcripción de la actividad de Introducción: La temperatura como factor que condiciona la velocidad de las reacciones bioquímicas.

procesos bioquímicos que suceden dentro de nuestro cuerpo, es importante la presencia de la temperatura ya que esta ayuda en lo que respecta a la velocidad de dicha reacción o proceso para que nuestro sistema esté en un estado de equilibrio, debido a que, si no lo está, nuestro organismo sufriría grandes problemas.

En conclusión, podemos decir que la temperatura es directamente proporcional a la velocidad de la reacción, es decir, si una aumenta la otra lo hará de igual manera, un ejemplo muy claro y cotidiano puede ser cuando a veces olvidamos frutas o comida fuera y al cabo de uno o más días, esta está dañada, sucede porque no hubo una menor temperatura que atrasara el proceso de putrefacción de estos alimentos, por eso es necesario dejarlos en el refrigerador donde hay menor temperatura y la velocidad de la reacción no se dé muy rápido⁹.

En relación al texto presentado anteriormente, se puede evidenciar que el estudiante ha evaluado y considerado el conocimiento que tiene respecto al tema, selecciona la información que para él es más relevante para cumplir el propósito de explicar a sus padres la relación entre la velocidad y la temperatura; rescata de su memoria permanente ejemplos con los que puede facilitar la comprensión del contenido, organiza las ideas según la importancia, establece relaciones semánticas y utiliza una terminología sencilla según la audiencia. Los anteriores elementos, conlleva como resultado un texto en el cual el estudiante logra plasmar la comprensión que obtuvo del concepto.

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

Como se ha mencionado en la anterior generalización, el docente Diego 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

⁹ Documento P33. Fuente producción textual de los estudiantes.

química, sino también las características especiales que deben tener las tareas que se asignan a los estudiantes, con la intención de reconocer la conexión entre las demandas de tareas y los tipos de escritura, las interacciones dadas entre sujeto- tópico- tareas y por último, los resultados de aprendizaje de los estudiantes a través del uso de la escritura.

Así pues, 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.¹⁰

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 del profesor Diego 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.

A continuación, se presenta un texto de tipo explicativo producido por un estudiante, donde se puede identificar los elementos descritos arriba¹¹.

¹⁰ Documento 128. Actividad 1. Cinética Química: Un caso con el peróxido de hidrógeno

¹¹ Documento P52. Teoría del complejo activado y de las colisiones.

TEORÍA DEL COMPLEJO ACTIVADO Y DE LAS COLISIONES

La química es la ciencia que estudia las diferentes formas y estructuras de la materia, sus propiedades, los procesos de transformación de la misma. Uno de los temas más importantes en la química son las reacciones químicas.

Las reacciones químicas durante su proceso de reacción necesitan de cierta cantidad de energía para formar los productos, es decir, se clasifican de acuerdo a si libera o necesita energía calórica, en otras palabras, son endotérmicas cuyo proceso de reacción necesita absorber energía para lograr romper los enlaces entre los átomos, los cuales se reorganizan para así obtener los productos. Además, las reacciones endotérmicas contienen una energía menor en sus reactivos, por lo que se necesita suministrar la suficiente energía del entorno para que la reacción logre formar los productos. (Ver imagen 1)

Por el contrario, las reacciones exotérmicas son aquellas que durante su proceso de reacción liberan la energía para así obtener los productos, esto ocurre principalmente en las reacciones de oxidación, también en los procesos de condensación y solidificación del agua. En una reacción exotérmica la energía que contienen los reactivos es mayor que la requerida en la formación de los productos, por esta razón la energía no utilizada se libera. (Ver Imagen 2)

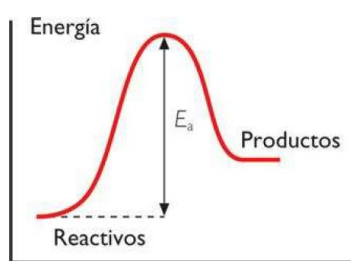


Imagen 1. Reacciones Endotérmicas

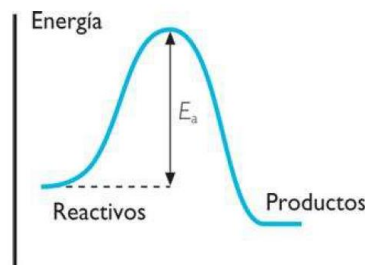


Imagen 2. Reacciones Exotérmicas

Todo lo anterior nos conlleva a la formación, los cuales a través de los años se establecieron dos teorías que tratar de explicar cómo interaccionan los reactantes de una reacción para formar productos. Estas son la teoría del complejo activado y la teoría de colisiones.

La teoría del complejo activado se da cuando las moléculas de los reactivos se aproximan experimentando así una deformación por la alta energía, la cual es de corta duración, es decir, el complejo activado es un estado intermedio de alta energía y corta duración. Para que ocurra el complejo activado se debe tener la suficiente energía de activación, en otras palabras, es la energía adicional que necesitan adquirir las moléculas de los reactivos, para que al colisionar lleguen a formar el complejo activado. (Ver imagen 3)

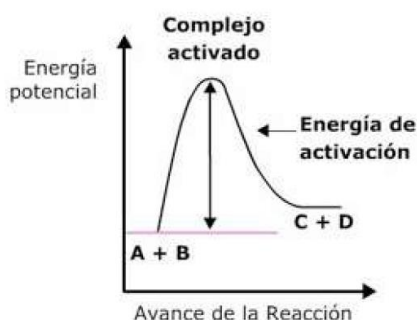


Imagen 3. Complejo Activado

La teoría de las Colisiones se basa en que durante una reacción química para que se pueda obtener los productos deben colisionar los átomos reactantes para que ocurra una reacción, durante el momento del impacto se rompen los enlaces de los átomos de los reactivos para luego reorganizarse dando origen al producto. Además, para que dichas colisiones sean efectivas, se debe tener ciertos parámetros o condiciones, entre estos están la orientación y energía suficiente de activación. (Ver Imagen 4)

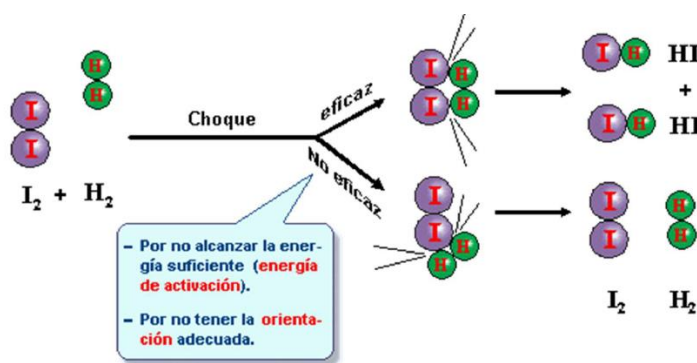


Imagen 4. Colisión eficaz y no eficaz

Para concluir se puede decir que tanto la teoría del complejo activado como la teoría de colisiones nos permite explicar cómo interaccionan los reactantes de una reacción para formar productos.

En el texto anterior se puede observar la macro y la microestructura del texto, donde el estudiante explica la teoría de colisiones y complejo activado. En éste se pueden identificar elementos como, un título alineado con el contenido del texto, una introducción en el primer párrafo que explica un concepto clave (reacciones endo y exotérmicas) para comprender el contenido a desarrollar; una cohesión en el párrafo cuatro con el quinto para dar paso a los conceptos centrales y por último se escribe una conclusión de éstos. Adicionalmente, se observa en los párrafos que presentan coherencia entre las ideas principales y las secundarias, ya que, estas últimas amplían, describen o explican a la principal. Así pues, se puede afirmar que el estudiante comprendió el tema haciendo una explicación de las teorías de colisión y del complejo activado con las características del texto pedido.

Otro elemento importante a resaltar de la clase, es que el profesor Diego siempre al asignar las tareas de escritura a los estudiantes define explícitamente el o los propósitos de estas, los cuales son tomados en cuenta antes, durante y al final de proceso de escribir sobre el equilibrio químico. 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.

Lo anterior se evidencia en el escrito presentado arriba, en el cual el estudiante se plantea como propósito: “dar a los posibles lectores una breve explicación sobre las teorías de complejo activado y colisiones para lograr que ellos las entiendan a través de este texto”. Al realizar la lectura de todo el texto se puede observar que el estudiante logro cumplir su propósito, puesto que en su texto plasma el entendimiento que tiene de estas teorías, enseñándoles a sus posibles lectores los procesos y entidades que ocurren en los niveles macro y submicroscópico de la química, así como utilizan el nivel de representación simbólico para comprender el fenómeno estudiado.

Como ya se mencionó, los propósitos de escritura son retomados en diferentes momentos del proceso de escribir: 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, como se puede evidenciar en la siguiente viñeta, extraída de una de las clases de química del caso estudiado¹²:

- Uno de los estudiantes realiza la lectura de su texto “Teoría de colisiones y complejo activado” a sus compañeros de clase.

P: ¿qué estrategia utilizaron para hacer el texto y cumplir el propósito?

E7: nos tocó que consultar y leer mucho, después iniciamos a hacer un plan de escritura con las ideas de manera jerárquica para saber de qué íbamos a hablar en el texto, después de escribir revisamos el texto para ver si quedo bien.

P: ¿el hecho de escribir si les ayudo a comprender el tema?

E8: sí, porque la escritura nos obliga a leer, es importante tener una motivación. Me parece muy importante que hemos podido aprender de los errores.

E9: la escritura nos permite comprender más el tema, porque debemos consultar, leer para que podamos ampliar la información, discutimos con mis compañeros para consensuar la idea que íbamos a plasmar.

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 le 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

¹² Documento 128. Actividad 1. Cinética Química: Un caso con el peróxido de hidrógeno

Diego usa en sus clases están los pares académicos, estudiantes de grados inferiores, los padres de familia y él.

Así, por ejemplo, para una de las tareas de química el profesor pide a sus estudiantes elaborar 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 de escritura los estudiantes utilizan el lenguaje formal de la química. Con esto, el profesor Diego monitorea la función y la forma del texto e induce una evaluación colectiva del escrito donde son partícipes todos los estudiantes bajo su guía. Como se puede observar en un fragmento de la clase referenciada anteriormente.

...P: Hoy vamos a leer un trabajo sobre la teoría de colisiones y el complejo activado que realizaron sus compañeros, ellos van a leer y ustedes van a monitorear la forma y la función del texto, cuando hablo de la forma, me estoy refiriendo a la micro, macro estructura y la intertextualidad y, la función al desarrollo teórico de los conceptos.

- Uno de los estudiantes realiza la lectura del texto que se presenta en la viñeta anterior, el docente guía una evaluación colectiva del texto.

P: ¿Qué observaciones tienen del escrito de sus compañeros?

E2: Le faltó el título a la imagen para poder guiar al lector.

P: el texto debe tener autonomía semántica, es decir, debe de hablar por sí solo, no necesita que esté el autor para explicar cosas al lector.

E3: le faltó una mejor representación de la imagen que están usando para apoyar el texto

E4: no es necesario, como el texto va dirigido para los profesores ellos entenderán la imagen...

En el siguiente ejemplo, la tarea de escritura es sobre las reacciones químicas donde se considera como audiencia a los padres de familia. En esta se puede observar que los estudiantes tienen en cuenta el tipo de texto narrativo y descriptivo para representar sus ideas, con el fin de que éstos las comprendan, también, utilizan un lenguaje más sencillo junto con ejemplos cotidianos para ampliar la idea:

..Una reacción química es toda aquella situación o momento en química en la cual dos

o más átomos chocan e interaccionan entre sí liberando energía que debilitan y fortalecen de una misma forma los lazos intra e intermoleculares, para generar una aglomeración llamada: Molécula. Ahora bien, para que ocurra una reacción química se debe tener energía; a esto se le llama energía de activación, que por definición simple es, la energía mínima que debe de tener una reacción química para que ocurra¹³...

En los ejemplos que se presentan anteriormente sobre el elemento de la audiencia, se pueden observar el uso de un estilo llano donde la información sea comprensible para cada lector porque se utiliza un lenguaje apropiado al tema. Así pues, considerando los posibles lectores los estudiantes utilizan una terminología adecuada y un nivel de formalidad para que contribuyan al entendimiento de los contenidos plasmados en sus tareas de escritura.

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 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 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 le 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 ellas...*¹⁴

El siguiente elemento a tratar son los contenidos sobre los cuales los estudiantes escriben en las clases de química del profesor Diego, así, él selecciona al equilibrio químico como uno de los

¹³ Documento P47. Reacciones químicas

¹⁴ Documento P42. Entrevista a estudiantes

contenidos fundamental del currículo de esta disciplina. Ahora bien, las diferentes composiciones escritas elaboradas por los estudiantes de undécimo grado, 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 las siguientes viñetas se evidenciara la comprensión de las teorías del complejo activado y colisiones y las reacciones químicas que los estudiantes estructuraron en sus escritos:

*...Nos encontramos con un tema muy importante que es fundamental para entender el lenguaje científico, pues se basa principalmente en las colisiones, estas deben tener la orientación adecuada entre los reactantes y la energía debida para así romper los enlaces entre las moléculas, creando así nuevos productos. Esta teoría habla acerca de las partículas reactivas, las cuales deben colisionar para que una reacción ocurra, cabe aclarar que esta reacción química (o cambio químico) es todo proceso en el que una o más sustancias (reactivos o reactantes) sufren transformaciones para convertirse en uno u otros (productos). Dicho lo anterior, se dice que las colisiones se producen por los choques eficaces entre las moléculas de los reactivos, por lo tanto, sólo una cierta de estas contiene la energía suficiente para romper cualquier enlace existente y todo esto forma la energía de activación...*¹⁵

...Pues bien, a nivel submicroscópico en la reacción química, los enlaces entre los átomos que forman los reactivos se rompen. Entonces, los átomos se reorganizan de otro modo, formando nuevos enlaces y dando lugar a una o más sustancias diferentes a las iniciales. Verán, Para que se produzca la reacción es necesario que las moléculas de los reactantes choquen entre sí, ya que es la única manera de que puedan intercambiar átomos para dar lugar a los productos. Esta es una condición necesaria pero no suficiente, ya que el choque debe darse con una mínima energía para que los enlaces de los reactivos se

¹⁵ Documento P82. Teoría de las colisiones

*puedan romper, y con la orientación que les permita unirse para formar las moléculas de los productos...*¹⁶

En las viñetas anteriores se puede observar que el estudiante logra comprender las entidades y procesos que suceden para que las reacciones químicas ocurran. Así mismo se puede evidenciar el entendimiento sobre 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.

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

En relación a las características que tiene el aula de química del caso estudiado para la introducción de la estrategia de escribir para aprender, se ha observado hasta el momento 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 en pequeños grupos y con toda la clase donde se debaten las ideas que tienen los estudiantes, 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 caso¹⁷:

...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

¹⁶ Documento P21. Entrevista a estudiantes.

¹⁷ Documento P38. Entrevista a estudiantes.

compañeros, profesor o nosotros mismos; acompañados, claro está, con argumentos firmes y propios del área. Dicho estilo de aprendizaje brindado por nuestro profesor a lo largo de los años lectivos junto a él, nos ha enseñado que la química no se basa en una simple mecanización y memorización de términos, conceptos y fórmulas; esta se va más allá, con el logro de la apropiación de aquellos conocimientos, en donde adquirimos, además, las herramientas necesarias brindadas por el docente, para argumentar con juicios claros, coherentes y concisos, cada asimilación de temas correlacionados con el área de química...

Con respecto a las estrategias de enseñanza que utiliza el profesor Diego 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 Diego 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, para ello el docente les hace preguntas sobre lo que creen y porque creen que va a pasar; 2. observar y registrar las observaciones detalladamente del experimento que se realice; 3. explicar lo observado, analizar y comparar sus predicciones con los resultados para que sean replanteadas.

La segunda estrategia utilizada por el profesor en las clases de química, 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 los estudiantes 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 del profesor Diego, 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 con todos los elementos que debe contener la tarea de escritura.

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.

Todo lo descrito hasta el momento, que hace alusión a las estrategias y características presentes en el aula del profesor Diego se pudo evidenciar en la transcripción de una de sus clases, donde los estudiantes están aprendiendo de las reacciones reversibles haciendo uso de una animación virtual¹⁸:

¹⁸ Documento P130. Actividad II. Reacciones Reversibles y Equilibrio químico dinámico

...P: Para continuar por ese corredor conceptual llamado equilibrio químico vamos a abordar la idea de reacciones reversibles, para ello he seleccionado una animación, que no la vamos a ver de largo, sino que de forma pausada y ustedes van a tener que leerla.

¿En la imagen a nivel submicroscópico a quien están representando?

E1: al amoníaco, la proporción que muestran es de 3:1, es decir 3 átomos de hidrógeno y uno de nitrógeno.

P: ahora lean esta nueva imagen, piensen en cinco segundos e interpretan y elaboran una respuesta, ¿qué pretende el autor del escrito comunicarnos?

E2: en el tiempo cero todas las moléculas están ordenadas, entonces no hay ninguna reacción

P: ¿cuál es la característica de la reacción en el tiempo cero?

E4: no hay reacción

E6: pero esa fórmula esta mala

P: ¿por qué?

E7: Porque en los reactivos no está el hidrógeno, debe colocarse que por cada molécula de nitrógeno debe haber tres de hidrógeno

P: ¿qué conocimientos trajo la compañera para poder saber el error?

E8: proporcionalidad, balanceo de ecuaciones y estequiometría

P: con esto nos damos cuenta la importancia de comprender los demás conceptos. Para poder progresar, además del profesor se necesita un compromiso de ustedes, que está centrado en tres elementos: comportamental; cognitivo cuando generan preguntas, relaciones, que participan en las discusiones y el último es la motivación. Si no hay esos elementos difícilmente la clase va a funcionar. En clase no solo aprenden química, están aprendiendo a hablar, leer, escribir y seleccionar información.

Ahora sí, ¿Qué hay en la imagen?

E: moléculas de hidrógeno y de nitrógeno

P: bien, pero ellas están en un recipiente, ocupando un espacio, con esto viene el término de concentración que se simboliza con corchetes [], y aquí pondremos concentración de hidrógeno, de nitrógeno y de amoníaco, entonces en la imagen tenemos moles que están ocupando un espacio.

En la imagen ¿cómo es la concentración de los reactivos con respecto a la de los productos en el tiempo cero?

E10: la concentración de los reactivos es mayor a la de los productos

E12: las colisiones de los reactivos no son lo suficientemente fuerte para romper los enlaces

P: ¿cuándo aumenta el tiempo que podría aparecer en la animación, en el tiempo 1?

E14: se rompe los lazos intermoleculares y los átomos se reorganizan formando el amoníaco

P: ¿qué pasó con el número de moléculas de hidrógeno y nitrógeno?

E15: disminuyeron esas y aumentan las del amoníaco

E16: entonces la concentración de los reactivos disminuye y la de los productos aumenta

P: ahora utilizando todos los términos científicos aprendidos del tema, expliquen qué pasó con el amoníaco

E17: inicialmente podríamos observar que las moléculas de los reactivos estaban separadas, y también que las del hidrógeno estaban en exceso porque habían 20 y las de nitrógeno 6, por lo cual habían dos más de nitrógeno. Al tener una temperatura pasados los 200°C y una presión de 150 atm. pasado el primer tiempo causó una reacción que las fuerzas intramoleculares de las moléculas se separan y se formará la nueva molécula que son las del amoníaco. Pero en el segundo tiempo se separan algunas moléculas de amoníaco se separan volviendo nuevamente a los reactivos, a eso se le conoce como reacción química reversible.

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. Razón por la cual, para la lectura el maestro realiza actividades grupales o individuales para conocer el verdadero propósito del autor y, si logra que los lectores entiendan el contenido del mismo; para ello, identifican tanto las ideas principales como las secundarias y los términos desconocidos, igualmente revisan y evalúan diferentes elementos de los textos. Algunos de los elementos considerados son la forma y la función, del primero, aspectos como las imágenes, tablas o ecuaciones acordes a la información presentada, la coherencia y cohesión entre párrafos o líneas, el uso de marcadores textuales y la puntuación. Del segundo elemento, aspectos relacionados con información de los conceptos científicos. Esta instrucción de lectura se puede evidenciar en una de las clases del docente:

...P: Están haciendo una estrategia de lectura comprensiva, ustedes como lectores competentes comienzan a inferir lo que el escritor quiere comunicarles. Ahora, nos vamos a centrar en el primer párrafo, ustedes lo van a leer, pero recuerden que todo texto tiene dos aspectos súper importantes, uno es la función y el otro es la forma del texto, entonces quiero que identifiquen la idea principal, idea secundarias, cuál es la función que cumple y como es la forma. Tienen dos minutos para que hagan la lectura en sus computadores. Revisen que posiblemente pueden haber errores, detectarlos en la forma y en la función¹⁹...

¹⁹ Documento P127: Actividad Introducción. La temperatura como factor que condiciona la velocidad de las reacciones bioquímicas.

De igual modo, en las clases de química el docente instruye a sus estudiantes sobre cómo deben expresar sus ideas al momento de hablar. Para ello, siempre les dice que se tomen un momento de espera donde organicen el argumento, que utilicen términos correspondientes a la disciplina, que hagan oraciones completas, que utilicen un tono de voz adecuado y que usen el conocimiento adquirido hasta el momento para que se den a entender. En la clase de reacciones reversibles el docente realiza una pregunta sobre la animación que se encuentran observando y le pide a sus estudiantes que respondan oralmente de una forma adecuada:

...P: ahora utilizando todos los términos científicos aprendidos del tema, expliquen que paso con el amoniaco

E18: inicialmente se vio un recipiente con dos sustancias, uno que tenía moléculas de hidrógeno y otro de moléculas de nitrógeno a una temperatura constante de 200°C y una presión de 150 atm. interaccionan entre sí para romper los enlaces intramoleculares para formar así moléculas de amoniaco; pero al mismo tiempo esa misma energía que le proporcionaba la temperatura y la presión que se estaba ejerciendo hacía que las fuerzas intramoleculares se siguieran rompiendo y reorganizando para tener de nuevo las sustancias iniciales, así que por más que se formen producto o reactivos, esta secuencia iba a seguir para que sigan interaccionando y se formen productos y reactivos al mismo tiempo, eso es lo que llamamos reacción química reversible²⁰....

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. Adicionalmente, el profesor les enseña sobre el plan de escritura, el uso de conectores textuales, la revisión de la macro y micro estructura del texto, el nivel de formalidad según la audiencia, los signos de puntuación, la intertextualidad, entre otros elementos necesarios para la producción de escritos académico científicos. Instrucción que resulta importante para los estudiantes, como lo mencionan en la entrevista realizada:

²⁰ Documento P130. Actividad II. Reacciones Reversibles y Equilibrio químico dinámico

Esta estrategia ha sido exitosa para mi proceso de aprendizaje. Ya que, al existir la necesidad de tener la elocuencia para poder dar mis ideas a la clase, plasmarlo de manera escrita me refuerza o desarrolla varias habilidades a la vez. Así pues, teniendo en cuenta que todo lo que se aprende en clase de química es una inferencia final tras el proceso de análisis que cada estudiante hace con las herramientas y conceptos básicos y estratégicos que nos da el docente para que nosotros logremos llegar a lo que normalmente otro profesor tendría que explicar, me parece una estrategia excelente para el aprendizaje²¹.

Por todo esto, es posible evidenciar el aprendizaje que alcanzaron los estudiantes sobre las reacciones reversibles, puesto que en sus explicaciones logran comprender 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

4.4 Las prácticas experimentales, el lenguaje escrito y las TIC, herramientas que median la comprensión del equilibrio químico.

Cabe destacar, que esta generalización naturalística en la formulación y sustentación del problema de esta investigación no era un elemento constitutivo a este de estudio. Desde luego, esta emergió gracias al análisis inductivo realizado a los datos recogidos a lo largo del desarrollo de la investigación (véase sección 3.6).

El profesor Diego utiliza como un recurso para representar la idea de equilibrio químico las prácticas experimentales, que son complementadas con la estrategia de enseñanza POE. Estos recursos le posibilitaron al docente generar discusiones permitiendo que los estudiantes hablaran, desarrollando un lenguaje oral, el cual posteriormente es representado en un escrito.

²¹ Documento P36. Entrevista a estudiantes.

La utilización de estos recursos junto con el lenguaje, resultan ser importantes ya que son elementos constitutivos de la construcción del conocimiento científico. Así pues, durante las prácticas experimentales realizadas se observa que Diego presenta una situación o fenómeno y genera ciertos interrogantes para que los estudiantes reflexionen y discutan acerca del porqué de lo sucedido, además, de hacer posibles predicciones de lo que podría pasar si se cambia alguna variable. Todas las respuestas deben estar justificadas y relacionadas con su conocimiento teórico; igualmente, se hace un registro de datos, los cuales, son comparados y complementados con los de sus compañeros, seguidamente, con esta información discutida, los estudiantes pueden escribir de manera reflexiva las percepciones, explicaciones e interpretaciones de lo que estaba sucediendo tanto a nivel macro como submicroscópico.

Adicionalmente, en el aula de química que es estudiada no se realizan informes de laboratorio tradicionales, en los que los estudiantes deben seguir un formato similar a la presentación de resultados de un artículo científico y el objetivo más importante es comprobar unos resultados ya esperados. Por el contrario, en el reporte de las prácticas experimentales los estudiantes hacen inferencias acerca de lo que se ha aprendido a través de la experiencia, deliberan y negocian con sus compañeros y sintetizan internamente su comprensión de los conceptos científicos. Con este tipo de reporte los estudiantes adicionan nuevos conceptos y teorías a éstos y mejoran la organización lógica de los argumentos de sus explicaciones más cercanas a las científicas. Además, es necesario reconocer cómo la comunicación y argumentación de sus ideas les permite mejorar la comprensión de un tópico, por lo que se hace necesario cambiar la idea de escritura de un informe meramente de registro de datos a uno reflexivo y de construcción, dado que, la escritura de estos podría apoyar la transformación del conocimiento, donde el estudiante se mueve de la presentación de unos crudos datos a explicaciones refinadas.

Los elementos presentados arriba, se pueden corroborar en una de las viñetas de las clases del profesor Diego, cuando se encontraban realizando una experimentación virtual sobre la concentración como un factor que afecta la velocidad de las reacciones químicas:

...P: Hoy vamos a realizar un laboratorio virtual, en éste vamos a ver cómo la concentración de una sustancia afecta la velocidad de la reacción, recordemos que cuando hablamos de

concentración, nos referimos a la cantidad de moles que se encuentran en un volumen determinado. ¿Qué representan las moles?

E1: a las moléculas

P: en el experimento se tienen muestras de yodo, ácido ascórbico y de almidón a las que se les va a agregar peróxido al 25% y al 50% y verán que las sustancias van a cambiar de color, lo que indica que están reaccionando. Ustedes después de conocer lo que se va a realizar deben hacer la predicción de ¿cuál de las dos reacciones se va a dar más rápido? en un párrafo, para que posteriormente observamos el experimento y por último, se realicen las comparaciones entre predicciones y experimento. Esta estrategia se conoce como el POE (predecir, observar y explicar)

Para la realización del párrafo deben hacer uso de los términos de la química que hemos visto hasta el momento, igualmente debe ser un párrafo con coherencia y estructura.

E3: después de analizar las dos opciones, concentración de peróxido al 25 y 50% podemos predecir que en la primera su reacción va a ser de menor velocidad, ya que tiene una menor concentración. En la segunda reacción, podemos afirmar que la velocidad va a ser alta, o sea que va a interactuar de manera rápida para que sus reactivos se descompongan para llegar a sus productos. Es decir, que al tener mayor cantidad de concentración del peróxido de hidrógeno se consume más rápidamente.

E4: tomando en cuenta los experimentos llevados en las anteriores clases de química, en la presente experimentación que será observada donde el peróxido de hidrógeno al 25% y 50% de concentración reacciona con una solución de yodo, ácido ascórbico y de almidón. De esta, se puede predecir que, en la primera reacción tiene una menor concentración y que cuenta solo con un 25% de H_2O_2 , esto quiere decir que al ser su concentración menor las fuerzas intramoleculares e intermoleculares se dan a una será de una velocidad más lenta. Por otra parte, con un 50% de H_2O_2 la velocidad de reacción será más rápida, ya que a mayor cantidad de moléculas será mayor el choque de las mismas haciendo que se formen más rápido los productos.

P: bueno, ahora vamos a hacer la observación del experimento y luego comparamos con las predicciones realizadas por ustedes y obtenemos la explicación. Hasta ahí ¿qué sucedió durante el experimento?

E5: se realizaron tres soluciones, una de agua con almidón, la otra con ácido ascórbico y la última con agua y yodo, después se agrega a la de yodo la de ácido hasta que el yodo se decolore.

E6: después, tomo la solución que había hecho inicialmente, la del almidón y le agrego el peróxido al 25% y le agrego la solución de yodo y ácido, ahora tomo el tiempo en que la solución tarda en cambiar de color y esto tardo 2 minutos con 54 segundos.

P: ¿cómo se percibe la reacción a nivel macroscópico?

E7: con el color, porque inicialmente era de color rosado y quedó negro.

E8: después se hicieron los mismo pasos de antes, solo cambio la concentración del peróxido de 25 a 50%. En esta reacción el color cambio más rápido en 1 minuto con 24 segundos.

E9: podemos concluir que la velocidad depende de la concentración, que son directamente proporcionales. A mayor concentración hay mayores choques efectivos haciendo que la reacción se llevará con mayor velocidad.

E10: el peróxido tiene el papel de catalizador, porque al tener una mayor concentración la velocidad fue mayor.

E11: profe tengo una pregunta, es en todos los casos o solo en este ¿qué a mayor concentración mayor velocidad?

E12: yo diría que sí, porque ya habíamos dicho que la concentración al ser mayor, hay una mayor probabilidad de que las moléculas interaccionen entre sí y se debiliten las fuerzas inter e intramoleculares y los átomos se reorganizan y forman nuevas sustancias con mayor velocidad.

E14: pero podríamos entrar a discutir esa idea, porque él está comparando dos sustancias diferentes y lógicamente ahí entrarían las propiedades físicas y químicas de cada sustancia,

y si podríamos obtener que la del 25% sea más rápida, pero en el experimento comparamos una misma sustancia y llegamos a la conclusión que a mayor concentración mayor velocidad.

P: muy bien, como tarea queda la elaboración de un texto donde se recoja la discusión de la clase y plasmen su comprensión de la relación entre la concentración y la velocidad...

Finalmente, se considera que la amalgama de las prácticas experimentales con las habilidades del lenguaje resulta importante en la comprensión del concepto de equilibrio químico. También cabe destacar, que aunque el docente no cuenta con un laboratorio, utiliza elementos de fácil acceso o laboratorios virtuales para que los estudiantes realicen sus prácticas en el aula y puedan así discutir con sus compañeros los procesos utilizados y los resultados obtenidos. Además de tener la oportunidad de razonar y diseñar el procedimiento a seguir para el desarrollo de la actividad, lo que genera un aprendizaje interpersonal donde la interacción entre los estudiantes les permitirá construir, perfeccionar, modificar, reconstruir sus concepciones científicas.

En la sociedad del conocimiento donde la información se encuentra depositada en la red de internet y representada a través de recursos audiovisuales y en formato hipertexto, se hace necesario que el docente de manera explícita instruya a los estudiantes sobre las estrategias de cómo leer y escribir utilizando un lenguaje multimodal. Esta clase de lenguaje, consiste en comunicar las ideas utilizando diferentes fuentes de comunicación como imágenes, audios videos y textos continuos.

Considerando lo anterior, en sus clases el profesor Diego hace que sus estudiantes lean y escriban textos con características multimodal. Así pues, incorporar estos textos en el aprendizaje de la química les permite a los aprendices desarrollar diferentes capacidades de lectura y escritura que contribuyan al aprendizaje de la disciplina. En la siguiente viñeta vemos al docente explicar cómo leer y cómo escribir un texto multimodal²²:

²² Documento P127. Actividad de Introducción: la temperatura como factor que condiciona la velocidad de las reacciones bioquímicas.

En este párrafo hay un texto de formato continuo, este (señala el texto) y uno de formato discontinuo (señala la ecuación), entonces el escritor utiliza los dos formatos para poder brindarle las condiciones óptimas al lector para que este pueda entender lo que quiera comunicar. En este caso utilizó una ecuación pero en otros casos se podría usar una gráfica o un video, a esto es lo que se le conoce como lenguaje multimodal.

E6: ¿qué es lenguaje multimodal?

P: quiere decir, que cuando vos escribís podes formar párrafos pero esa idea quieres que el lector la entienda y para ello te apoyas en una gráfica, video, tabla: entonces, uno como lector debe leer el párrafo, comprender la idea, pero ir a la gráfica, video, tabla donde se extiende la idea anterior para que el lector pueda comprender.

Igualmente, en las clases se evidencia que los estudiantes destacan el uso de este tipo de textos, porque les permite generar una capacidad crítica de lectura, crear significado de los elementos que los configuran y una abstracción de sus entendimientos en un texto discontinuo que sea eficaz para lograr persuadir e informar a los posibles lectores. Además les llama la atención construir textos continuos y poder transformarlos a un formato discontinuo digital haciendo uso de diferentes herramientas audiovisuales, lo que repercute en la comprensión y análisis del fenómeno estudiado, también, afirman que aprender a leer y escribir este tipo de textos les resulta más divertido, que un texto tradicional. Como lo afirman dos estudiantes en la entrevista:

E1: La lectura de textos multimodales me gusto ya que me permitió conocer cómo interpretar la información complementaria que se presentan en diferentes textos, la cual en muchas ocasiones puede resultar clave para la comprensión de las ideas descritas en párrafos²³.

²³ Documento P48. Entrevista a estudiantes.

E2: Me gustó la lectura de textos multimodales, porque los tomo como referencia para realizar buenos escritos y además para leer adecuadamente un texto, donde me proporcionan una información explicada de diferentes maneras²⁴.

Por otra parte, el profesor Diego durante el uso de los textos multimodales en sus clases les explica a sus estudiantes que esta actual forma de leer y escribir es una manera actual de ver el mundo, puesto que, se necesitan nuevas habilidades y competencias fuera de las de decodificar, comprender, resumir o componer un texto continuo. Estas habilidades, tienen relación con la capacidad de asignar significados a las imágenes para complementar la lectura; la adecuada incorporación de audios y videos que convierten un texto lineal en audiovisuales y el uso de iconos visuales que mejoran representación. Adicionalmente, el profesor destaca que los escritos multimodales inciden en el aprendizaje de la química, debido a que emplean medios representacionales que normalmente son inutilizados. Por ejemplo, la construcción de esta clase de texto hace uso de los canales de información visual y auditiva, situación que le brinda la oportunidad al estudiante durante la interpretación de activar los dos hemisferios cerebrales. Y, la interpretación de canales de comunicación como el audio y las imágenes les ayuda a desarrollar un pensamiento de orden superior. Por ejemplo, los audios da la oportunidad de reforzar y practicar la terminología científica, hacer conclusiones y respuestas mejor elaboradas y recordar elementos importantes.

Por lo anterior, el docente en sus clases les pide a los estudiantes elaborar textos multimodales utilizando diferentes aplicaciones como power point, movie maker y prezi donde comuniquen desde diferentes canales de comunicación su comprensión de la concentración como factores de la velocidad de las reacciones químicas. Pero, este tipo de texto no sólo es útil académicamente, dado que, sirven a los estudiantes en distintos ámbitos fuera de la clase, porque están prevaleciendo en nuestra sociedad.

Una característica más, que se observa en el aula de química estudiada, es que la lectura de los textos multimodales permite que no sea como normalmente se hace de izquierda a derecha y

²⁴ Documento P44. Entrevista a estudiantes.

de arriba- abajo, por el contrario, cada lector le puede dar un orden diferente que le permita conocer la intención comunicativa del autor. Por lo tanto, la lectura puede pasar del título a una imagen, o de está a un párrafo, como también de un audio al texto, los textos multimodales le dan la oportunidad a lectores y escritores que escojan la construcción que deseen y el propósito del mismo no se vea afectado. Pero, aunque no exista un orden secuencial, es necesario que haya una coherencia, cada elementos que lo configura debe tener un sentido que aporte a comprensión del mismo, por lo que debe conservarse una asociación semántica.

Estos elementos se pueden revelar en la construcción de textos multimodales que hacen los estudiantes, utilizando diferentes elementos que proporcionan una amplitud a la información, así como una mejor explicación de los conceptos relacionados con el equilibrio químico. Un ejemplo de esto se observa en el texto de tres estudiantes, las cuales utilizaron las TIC para la elaboración de una página web donde pudiesen acompañar su discurso con imágenes y videos que amplíen su intención comunicativa acerca de la concentración de los reactivos como factor que influye en la velocidad de las reacciones químicas, disponible en

<http://alejandravalencia914.wixsite.com/reacciones-quimicas/tema-2>.

En definitiva, el uso de textos multimodales en las clases de química resulta efectivo en el proceso de enseñanza- aprendizaje debido a que le exige creatividad al docente en su enseñanza y motiva al estudiante para aprender la disciplina. Igualmente, la interpretación de dichos textos permite ser más consciente con la intención de los autores, puesto que su explicación e intención de comunicación es apoyada en el uso de diversos elementos, los cuales deben ser significados correctamente para comprender el fenómeno estudiado.

En cuanto a lo que refiere al uso de las TIC en el aula de química, el profesor Diego utiliza estas con dos intenciones; la primera, le permite gestionar el aula y, la segunda, representar ideas que configuran a los conceptos estudiados. En la primera intención, el docente las utiliza como una herramienta que le ayuda en las tareas de gestión del aula, para lo cual asigna diversas tareas individuales o grupales donde las TIC son el mejor medio de realizarlas, algunas de estas son consultas donde los estudiantes filtran, escogen y seleccionan información; lectura y escritura de textos utilizando diferentes aplicaciones y diseños de páginas web donde condensan sus producciones escritas y así poder compartirlas con la comunidad, lo que resulta motivante para los

estudiantes y les permite aprender según su ritmo de la disciplina y del buen uso de las TIC. Otra de las características que se evidencio en la clase con el uso de las tecnologías, es que los aprendices son más activos en su proceso de aprendizaje, ya que hay una mayor interacción en la comunidad, siendo las TIC potenciadores del proceso de comunicación.

Lo anterior, lo podemos corroborar con las siguientes viñetas donde los estudiantes manifiestan sus impresiones acerca del uso de las TIC para su aprendizaje:

E1: El uso de recursos tecnológicos y digitales facilitó mi aprendizaje, dado que estoy familiarizada con este tipo de recursos y me parece que son una forma muy adecuada de incorporar a los jóvenes en el mundo de la química²⁵.

E2: Me gustó porque el uso de las diferentes tecnologías hace más llamativo y entretenido aprender, demás con los diferentes elementos que pueden encontrar en las tecnologías puedo ampliar o mejorar la comprensión que alcance de un concepto²⁶.

Con respecto a la segunda intención del uso de las TIC en el aula, el docente utiliza estas como herramientas que le permiten representar el contenido de las clases. Utilizando dichas herramientas, les muestra a sus estudiantes modelos, videos, gráficas, imágenes, procesos que no son visibles para ellos, lo que les permite comprender de mejor manera el mundo submicroscópico de la disciplina. Así pues, el profesor Diego se apoya en estas herramientas para extender las representaciones de los temas abstractos como el equilibrio químico, dado que, estas herramientas permiten visualizar y hacer uso de técnicas pedagógicas para la comprensión de los contenidos; además conocer las dificultades de aprendizaje y cómo la tecnología puede ayudar superar de estos.

Como resultado de la interacción de los tres elementos descritos arriba (prácticas experimentales, textos multimodales y TIC) se puede afirmar que esta incide positivamente en el aprendizaje del concepto equilibrio químico, específicamente, en los factores que alteran la velocidad de las reacciones químicas.

²⁵ Documento P40. Entrevista a estudiantes.

²⁶ Documento P43. Entrevista a estudiantes.

Capítulo V. Conclusiones

Después de realizar el estudio de la incidencia de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico, conviene formular algunas conclusiones de esta investigación. Para ello, es necesario considerar los siguientes aspectos, la importancia y pertinencia del enfoque de investigación que se utilizó; la ganancia de aprendizaje obtenido por los estudiantes sobre el concepto estudiado; los aportes de cada uno de los elementos que configuran la estrategia de escribir y que se describen en las generalizaciones resultantes; así como, las debilidades del estudio y la importancia y necesidad de este tipo de investigaciones en el campo de la educación en química.

El enfoque de investigación de carácter mixto el cual está compuesto por dos fases entrelazadas, permitió obtener resultados de naturaleza cuantitativa y cualitativa. De hecho, esta heurística de indagación brindó la posibilidad de triangular por método y fuentes (Denzin & Lincoln, 2000). Desde luego, que este proceso generó una serie de evidencias que apoyaron 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.

Así pues, la perspectiva cuantitativa permitió recoger un conjunto de datos por medio de un pre y posttest, cuyo análisis se realizó a través del estadístico de ganancia de aprendizaje de Hake. Conviene subrayar, que este análisis suministró una comprensión del caso estudiado en términos generales, es decir, dejó ver el nivel de efectividad de la estrategia de escribir para aprender. Por lo que se refiere a la fase cualitativa, esta sirvió para documentar y retratar las acciones del profesor y los estudiantes, y el aprendizaje de estos últimos a lo largo de la implementación de dicha estrategia.

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. Así mismo, analizando la ganancia de aprendizaje de cada una de las preguntas del pre-posttest, se encontró que los valores del índice para la mayoría de estas fueron elevados, situación que indica que los estudiantes

alcanzaron la comprensión de las diferentes ideas que configuran el contenido del equilibrio químico.

Por otra parte, la introducción de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico en el aula estudiada 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 como el propósito, la audiencia, el tópico, el tipo de texto y el método de producción 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, le 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.

Cabe destacar, que durante la investigación se observó que la estrategia de escribir para aprender no resulta suficiente para la comprensión de los conceptos trabajados, por lo cual, debe ir acompañada de elementos como el uso de textos multimodales, las TIC y las prácticas experimentales, que en conjunción potencia el aprendizaje del equilibrio químico. Puesto que la realización de prácticas experimentales ya sean virtuales o no culmina con la producción de texto que pueden ser multimodales donde los estudiantes han expuesto la comprensión que han obtenido del fenómeno estudiado. También, la construcción o lectura de estos textos requiere el uso de TIC que hace que sea más llamativo y motivante para los estudiantes.

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.

Referencias Bibliográficas.

- Applebee, A.N. (1983). Learning to write in the secondary school (Final Report). Re-Armbruster, B.B. (1992-1993). Science and reading. *The Reading Teacher*, 46, 346-347.
- Benavides, M. O., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista colombiana de psiquiatría*, 34(1), 118-124.
- Bielaczyc, K., & Collins, A. (1999). Learning communities in classrooms: A reconceptualization of educational practice. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 269-292.
- Candela, B.F. (2014). La captura, la documentación y la representación del CPC de un profesor experimentado y “ejemplar” acerca del núcleo conceptual de la discontinuidad de la materia. *Pedagogía y Saberes*, (39), 61-76.
- Candela, B. F., & Viáfara, R. (2014). Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC. *Programa editorial de la Universidad del Valle. Cali*.
- Candela, B. F. & Hernández, T. E. (2017). El lenguaje como una estrategia para el aprendizaje de los temas del currículo de las ciencias. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 9(17), 73-88.
- Campanario, J. M., & Ballesteros, R. (1991). A short program for teaching chemical equilibrium. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 10(2), 87–94.
- Cassany, D. (1996). La mediación lingüística:¿ una nueva profesión?. *Terminómetro*, 2 [Número especial: La terminología en España], 62-63.
- Craig, M. T., & Yore, L. D. (1996). Middle school students’ awareness of strategies for resolving reading comprehension difficulties in science reading. *Journal of Research in Development in Education*, 29, 226–238.

- Denzin N, Lincoln Y, editors. Handbook of qualitative research. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage Publications; 2000.
- Doymus, K. (2008). Teaching chemical equilibrium with the jigsaw technique. *Research in Science Education*, 38(2), 249-260.
- Erickson, G. L., & MacKinnon, A. M. (1991). Seeing classrooms in new ways: On becoming a science teacher. *The reflective turn: Case studies in and on educational practice*, 15-36.
- Fellows, N. J. (1994). A window into thinking: Using student writing to understand conceptual change in science learning. *Journal of Research in science teaching*, 31(9), 985-1001.
- Garay, A., Candela, B. y Viáfara, Robinson (2015) *Teorías del diseño instruccional y los objetos de aprendizaje: El caso del equilibrio químico dinámico*. Universidad del Valle.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J. y Hackling, M. W., Students' alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning, *Stud. Sci. Educ.*, 25, 69-95, 1995.
- Glynn, S. M., & Muth, K. D. (1994). Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 1057-1073.
- Greenbowe, T. J., Rudd II, J. A., & Hand, B. M. (2007). Using the science writing heuristic to improve students' understanding of general equilibrium. *J. Chem. Educ*, 84(12).
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Halliday, M.A.K. Y Martin, J.R. (1993). *Writing science*. Londres: Falmer.
- Halliday, W. G., Yore, L. D., & Alvermann, D. E. (1994). The reading–science learning–writing connection: Breakthroughs, barriers, and promises. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 877-893.
- Hand, B., Prain, V., Lawrence, C., & Yore, L. (1999). A writing in science framework designed to improve science literacy. *International Journal of Science Education*, 21, 1021–1035.
- Hand, B., & Prain, V. (2001). Teachers implementing writing-to-learn strategies in junior secondary science: A case study. *Science education*, 86(6), 737-755.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1998). Metodología de la investigación. *México: Editorial Mc Graw Hill*, 15-40.
- Hohenshell, L. M., & Hand, B. (2006). Writing-to-learn Strategies in Secondary School Cell Biology: A mixed method study. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 261-289.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación – ICFES. (2016) Base de datos Pruebas Saber [Página web]. Recuperado de: <http://www.icfes.gov.co/estudiantes-y-padres/saber-11-estudiantes/ejemplos-de-preguntas-saber-11>.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review*, 64 (227), 377 - 379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). 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.
- Kintsch, W. (1986). Learning from text. *Cognition and Instruction*, 3, 87-108.
- Kyle, W. C., Linn, M. C., Bitner, B. L., Mitchener, C. P., & Perry, B. (1991). The role of research in science teaching: An NSTA theme paper. *Science Education*, 75(4), 413-418.
- Lemke, J. (1990). Talking science. Norwood: Alex Publishing Co.
- Mohammed, A. (2010). *Instructional Design: Development, implementation and evaluation of a teaching sequence about plant nutrition in Saudi*. University of Leeds.
- Mullis, I. V., & Jenkins, L. B. (1988). *The Science Report Card: Elements of Risk and Recovery. Trends and Achievement Based on the 1986 National Assessment*. National Assessment of Educational Progress, Educational Testing Service, Rosedale Rd., Princeton, NJ 08541-0001.

- Nakhleh, M. B. (1994). Chemical education research in the laboratory environment. How can research uncover what students are learning? *Journal of Chemical Education*, 71(3), 201-205.
- Nam, J., Choi, A., & Hand, B. (2011). Implementation of the science writing heuristic (SWH) approach in 8th grade science classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(5), 1111-1133.
- National Research Council. National Science Education Standards; National Academy Press: Washington, DC, 1996.
- Newmann, F. M. (1988). Can Depth Replace Coverage in the High School Curriculum?. *Phi Delta Kappan*, 69(5), 345-48.
- Niaz, M., Relationship between student performance on conceptual and computational problems of chemical equilibrium, *Int. J. Sci. Educ.*, 17[3], 343-355, 1995.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, 87(2), 224-240.
- Perkins, D. (1999) ¿Qué es la comprensión? *La enseñanza para la comprensión*, 69-92. Pozo, J. I. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química* (Vol. 65). Ministerio de Educación.
- Pozo, Juan. Gómez crespo, Miguel. Limon, M. Sanz serrano, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Centro de publicaciones del ministerio de educación y ciencia.
- Prain, V., & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 12(6), 609-626.
- Raviolo, A., & Martínez, M. (2003). Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas. *Educación Química*, 14(3), 60-66.
- Reif, F., & Larkin, J. H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 733-760.

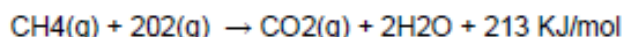
- Rivard, L. O. P. (1994). A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983.
- Rivard, L. P. & Straw, S. W. (2000). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science & Education*, 84, 566–593.
- Roth, K. J. (1990). Developing meaningful conceptual understanding in science. *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, 139-175.
- Rowell, P. M. (1997). Learning in school science: The promises and practices of writing.
- Santa, C.M., & Havens, L.T. (1991). Learning through writing. In C.M. Santa & D.E. Alvermann (Eds.), *Science learning: Processes and applications* (pp. 122- 133). Newark, DE: International Reading Association.
- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the marketplace*. Sydney: Harcourt Brace & Company.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). 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).
- Sutton, C. (1992). *Words, science and learning*. McGraw-Hill Education (UK).
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(1), 21-25.
- Tyson, L., Treagust, D. F., & Bucat, R. B. (1999). The complexity of teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 554–558.
- Van Driel, J. H., De Vos, W., Verloop, N. y Dekkers, H., Developing secondary students' conceptions of chemical reactions: The introduction of chemical equilibrium, *Int. J. Sci. Educ.*, 20[4], 379-392, 1998.
- Yore, L. D., Craig, M. T., & Maguire, T. O. (1998). Index of science reading awareness: An interactive-constructive model, text verification, and grades 4–8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 27–51.

Anexo 1. Test de Equilibrio Químico

NOMBRE: _____ GRADO: _____

Seleccione una única respuesta y marque con una X

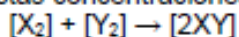
1. A 25°C y a 1 atmósfera de presión, se quema metano en presencia de oxígeno para producir dióxido de carbono y agua, tal como se indica en la siguiente ecuación



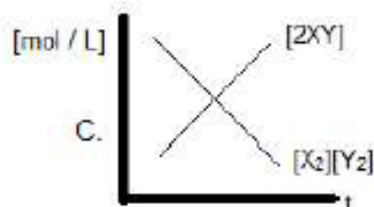
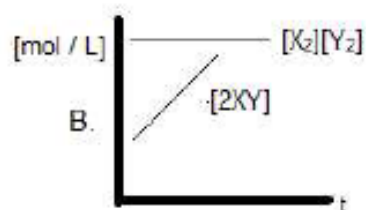
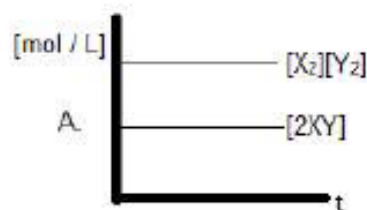
Sustanc.	Masa molar (g/mol)
CH ₄	16
O ₂	32
CO ₂	44
H ₂ O	18

Con esta información, es válido afirmar que la reacción es exotérmica, porque la

- A. masa de los productos es mayor que la masa de los reactivos
 - B. energía potencial de los productos es menor que la energía potencial de los reactivos
 - C. masa de los reactivos es igual a la masa de los productos
 - D. energía potencial de los reactivos es menor que la energía potencial de los productos
2. En una reacción reversible los productos aumentan su concentración y los reactivos la disminuyen. Al cabo de un tiempo estas concentraciones permanecen constantes



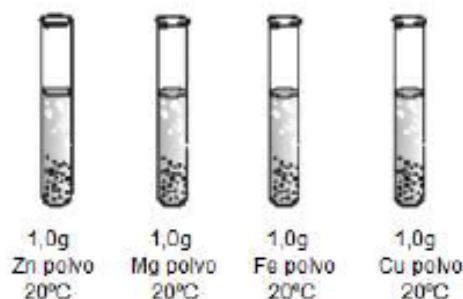
Si reaccionan 1 mol de X₂ con 1 mol de Y₂ hasta llegar al equilibrio, la gráfica que describe correctamente este proceso en el tiempo t es



Con la siguiente información responda la pregunta 3 y 4

Se tienen 4 tubos: El ácido reacciona con los metales, observándose desprendimiento de burbujas (de hidrógeno) mientras disminuye la cantidad de metal a través del tiempo, a diferente velocidad en cada tubo.

De las observaciones, se establece que el orden de velocidad de reacción del ácido con los metales de mayor a menor es: Mg, Zn, Fe y Cu.



A cada tubo se agregaron 5 ml de HCl 6M

3. De lo anterior, es correcto afirmar que el factor que afecta la velocidad de reacción en el experimento es la

- A. concentración
- B. temperatura
- C. naturaleza de los reaccionantes
- D. presencia de catalizadores

4. En general, la temperatura afecta, en forma directa, la velocidad de reacción. Si el experimento se realiza 3 veces, primero a 90°C, después a temperatura ambiente (20°C) y por último a 0°C, lo más probable es que la velocidad de reacción sea

- A. igual en los tres casos
- B. mayor cuando se realiza a 90°C
- C. menor cuando se realiza a 90°C
- D. igual, a 20°C y a 0°C

5. Para una reacción endotérmica $A_{(g)} + B_{(g)} + \text{calor} \rightleftharpoons C_{(g)}$ el proceso se desarrolla hacia la formación de productos o reactantes, como lo muestra la tabla

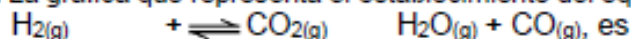
Cambio de condición	Formación de
Aumento de temperatura	productos
Aumento de presión	productos
Aumento en [A] o [B]	productos
Aumento en [C]	reactantes

Según la información presentada en la tabla, es correcto afirmar que para la ecuación

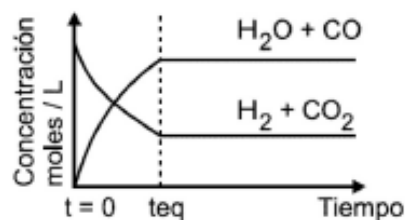


- A. si se aumenta la temperatura, aumenta la concentración de NH₃
- B. al disminuir la temperatura, aumenta la concentración de NH₃
- C. al aumentar la presión, las concentraciones de N₂ y NH₃ permanecen constantes
- D. al aumentar la presión, aumenta la concentración de N₂ y disminuye la concentración de H₂

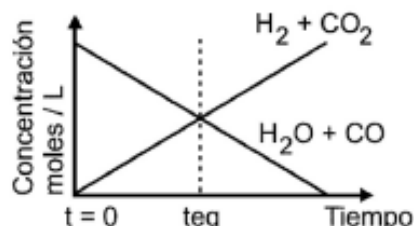
6. La gráfica que representa el establecimiento del equilibrio dinámico en la reacción



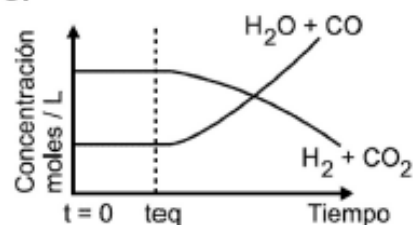
A.



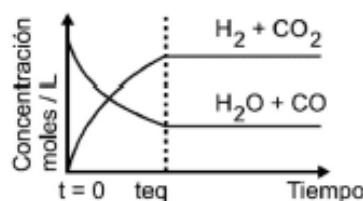
B.



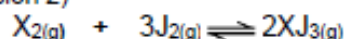
C.



D.



7. A 420°C, dos recipientes rígidos (recipiente 1) y (recipiente 2) de igual capacidad contienen 1mol del gas X_2 y 3 moles del gas J_2 respectivamente (situación 1). Los gases se mezclan en un recipiente idéntico (recipiente 3) donde se produce la siguiente reacción (situación 2)



De acuerdo con la ecuación anterior, la expresión correcta para calcular la constante de equilibrio (K_{eq}) en función de las concentraciones es:

A.
$$\frac{[X_2][3J_2]}{[2XJ_3]}$$

B.
$$\frac{[XJ_3]^2}{[X_2][J_2]^3}$$

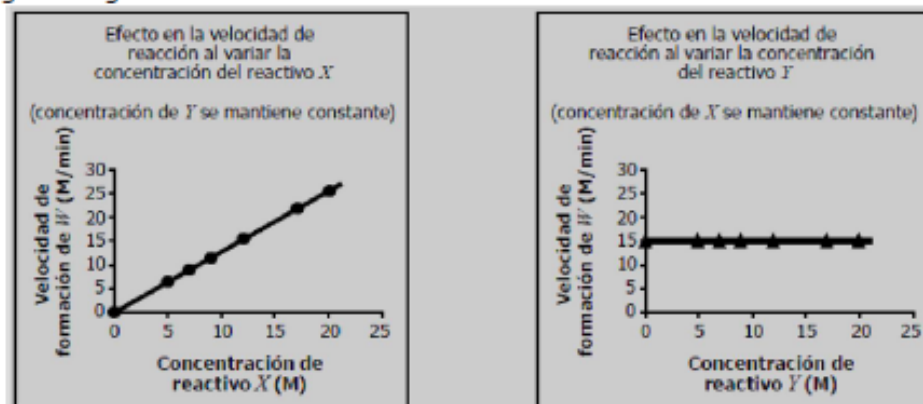
C.
$$\frac{[XJ_3]^2}{[X_2] + [J_2]^3}$$

D.
$$\frac{[2XJ_3]}{[X_2][3J_2]}$$

En donde [S] =
Concentración en mol/ L

S = Sustancia reactivo o
producto

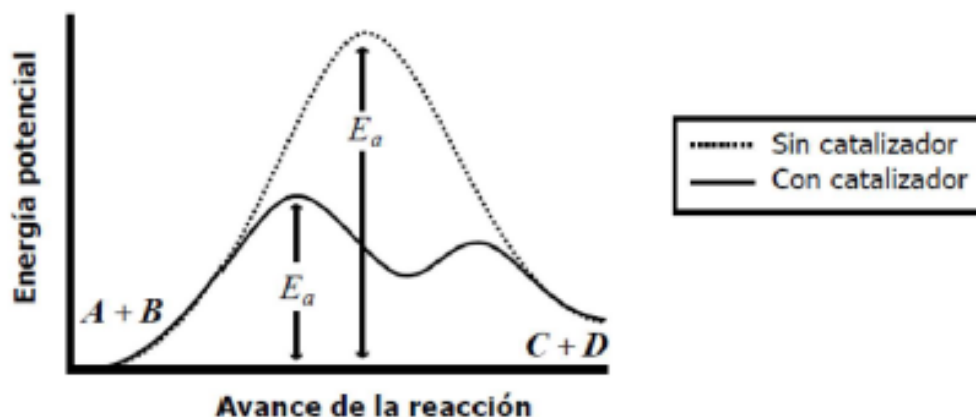
8. Una estudiante realiza diferentes ensayos con el objetivo de determinar el efecto de la concentración de los reactivos sobre la velocidad de formación de W en la siguiente reacción $X + Y \rightarrow W$. En cada ensayo mide la velocidad de formación de W manteniendo constante la concentración de uno de los reactivos y variando la del otro, como se muestra en las siguientes gráficas:



Con base en estos resultados se puede concluir que el cambio en la velocidad de formación de W

- A. no depende de la concentración de los reactivos.
- B. depende de la concentración de ambos reactivos.
- C. depende solamente de la concentración de X.
- D. depende solamente de la concentración de Y.

9. Los catalizadores son sustancias que no aparecen en la ecuación estequiométrica y sin embargo alteran el camino por el cual los reactivos se transforman en productos, es decir, modifican el mecanismo de reacción.

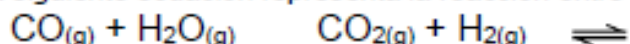


Al comparar la energía de activación de una reacción en equilibrio no catalizada y la de la misma reacción en presencia de un catalizador, se puede afirmar que éste altera el mecanismo de una reacción porque

- A. disminuye la energía de activación de la reacción.
- B. aumenta la energía de activación de la reacción.
- C. modifica la constante de equilibrio de la reacción.
- D. mantiene constante la rapidez de la reacción.

10. Según el principio de Le Chatelier, cuando se introduce una modificación en un sistema en equilibrio (existe un equilibrio entre reactivos y productos), la reacción se desplaza en el sentido necesario para compensar el aumento o disminución de la concentración de reactivos o productos.

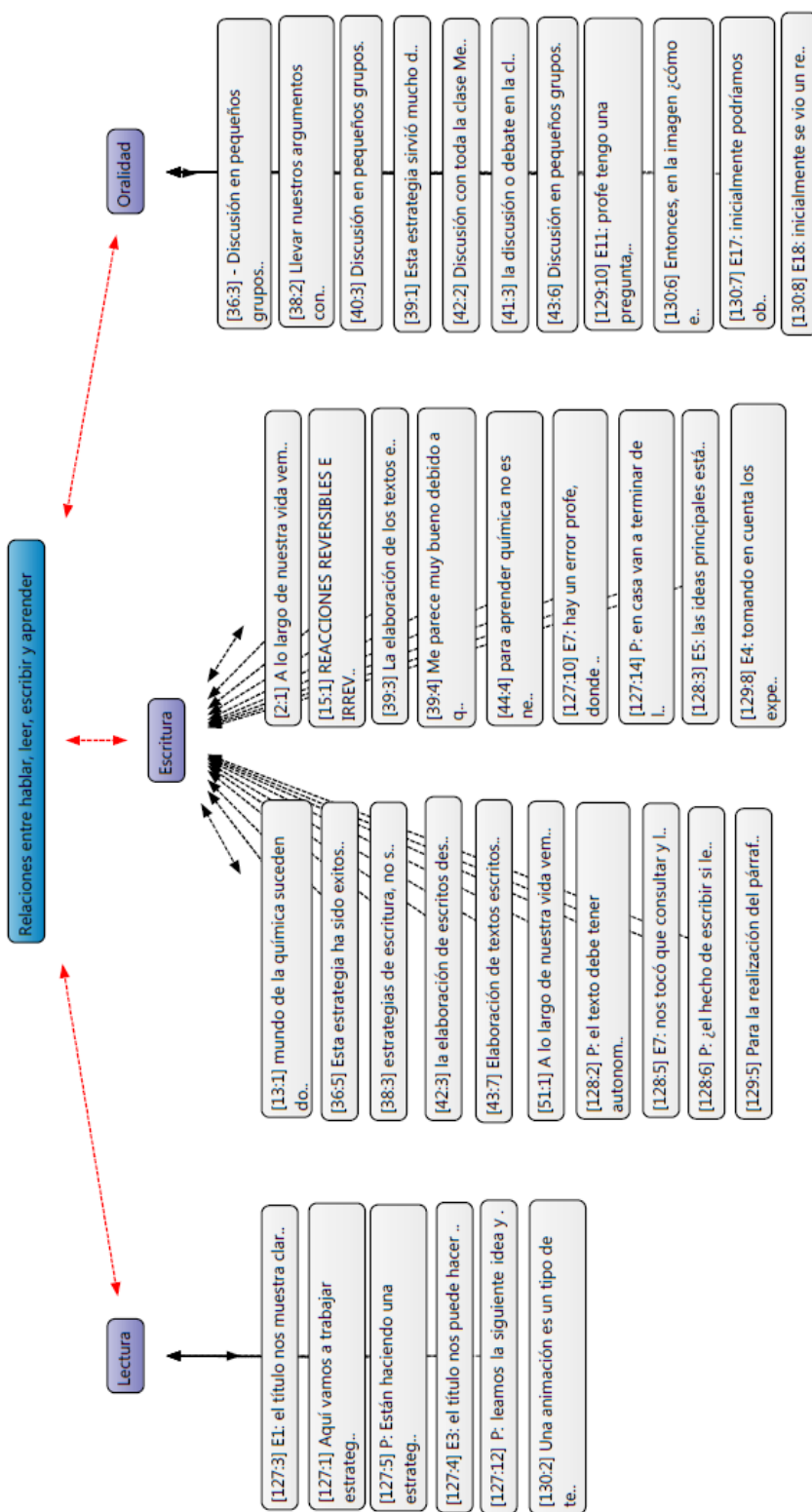
La siguiente ecuación representa la reacción entre el CO y el H₂O en la obtención del CO₂:



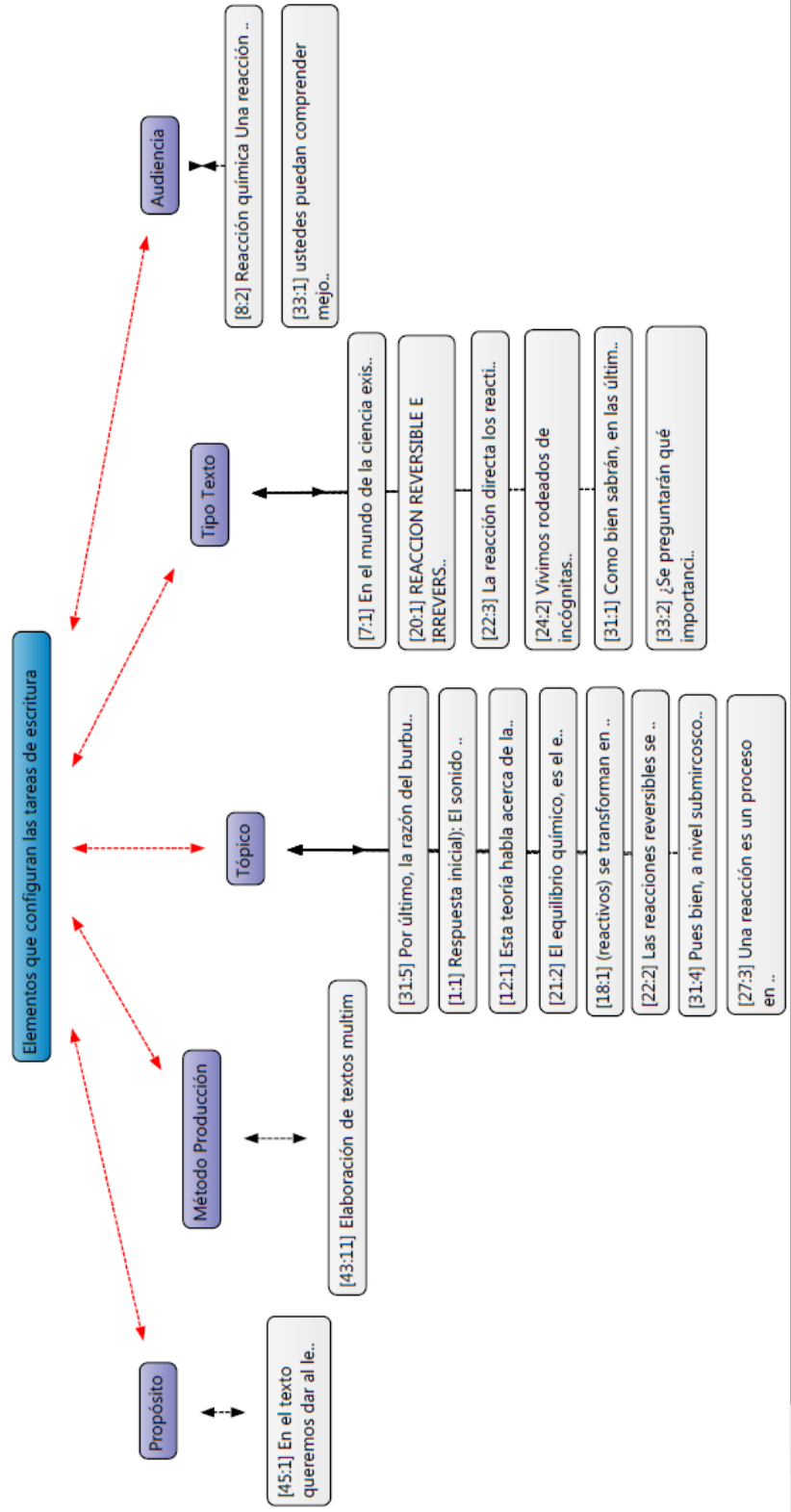
De acuerdo con la información anterior, el sistema se modifica cuando se disminuye la concentración de CO₂ y el equilibrio se desplaza hacia los

- A. productos, porque se favorece la formación de CO₂.
- B. reactivos, porque se favorece la formación de CO.
- C. productos, porque se favorece la formación de CO.
- D. reactivos, porque se favorece la formación de CO₂.

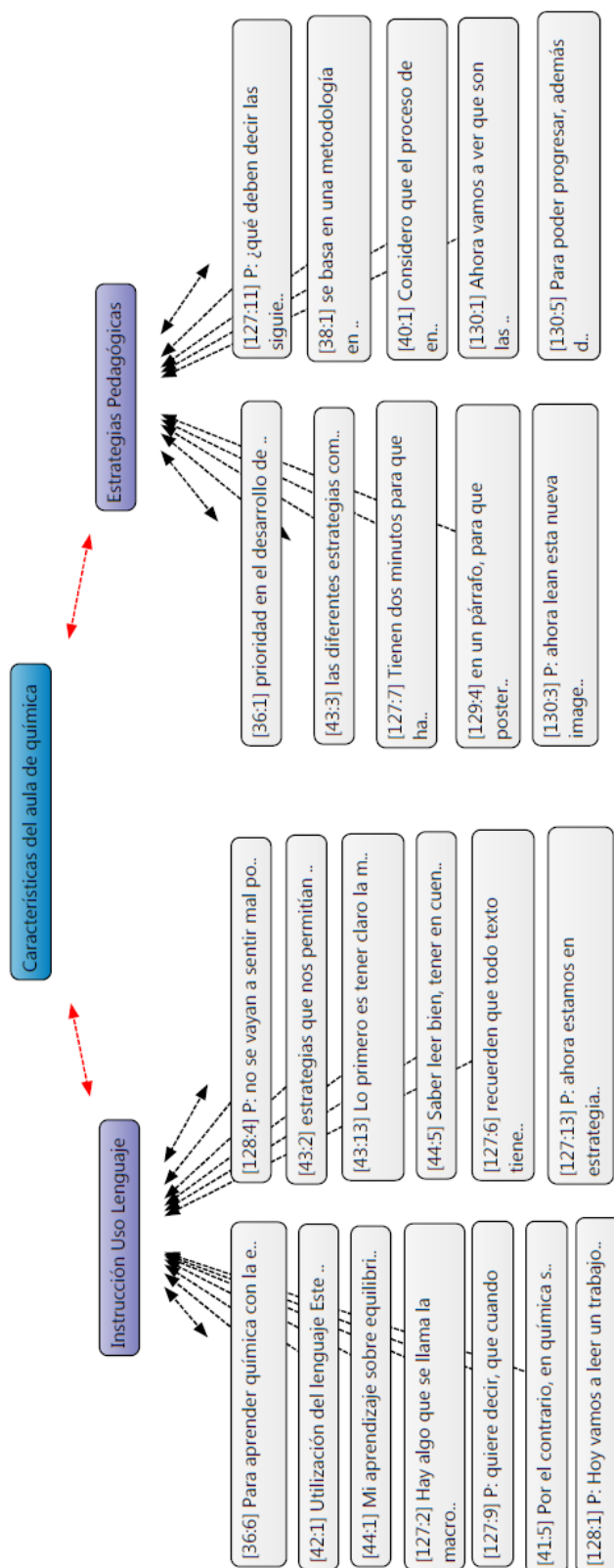
Anexo 2. Red Categoría Relaciones Entre Hablar, Leer, Escribir y Aprender



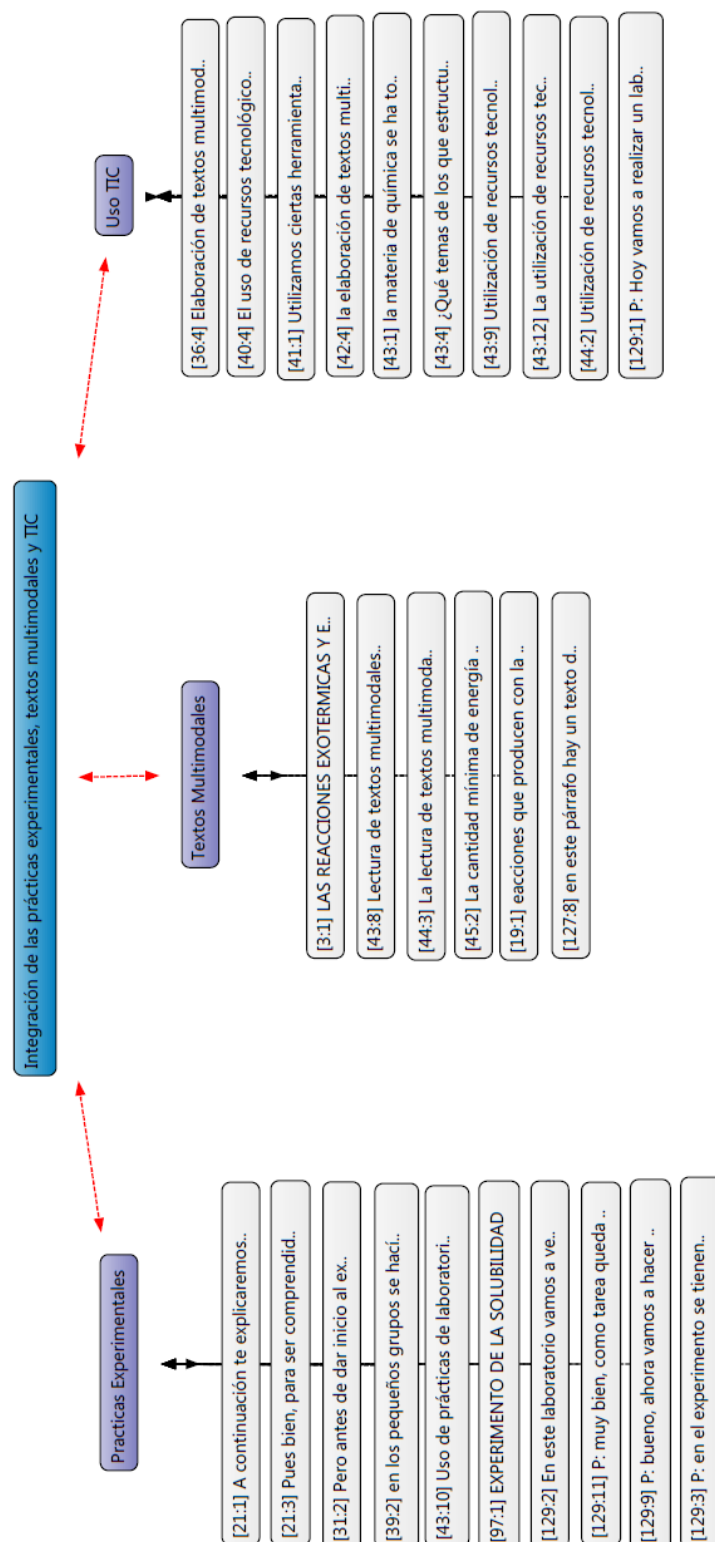
Anexo 3. Red Categoría Elementos Que Configuran Las Tareas De Escritura



Anexo 4. Red Categoría Características del Aula de Química



Anexo 5. Red Categoría Integración de las Prácticas Experimentales, Textos Multimodales y Tic



Anexo 6. Red Categoría Medular la Estrategia de Escribir para Aprender como una Herramienta para la Comprensión del Equilibrio Químico

