



RELACIONES ENTRE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS
EXPLICATIVOS EN ESTUDIANTES DE GRADO 10° FRENTE AL CONCEPTO
REACCIONES DE OXIDO-REDUCCION

Autor: LUZ ADRIANA ORDOÑEZ ARTUNDUAGA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES

2018

RELACIONES ENTRE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS
EXPLICATIVOS EN ESTUDIANTES DE GRADO 10° FRENTE AL CONCEPTO
REACCIONES DE OXIDO-REDUCCION

LUZ ADRIANA ORDOÑEZ ARTUNDUAGA

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor

PhD. WILMAN RICARDO HENAO GIRALDO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES

2018

DEDICATORIA

*A Dios por demostrar cada día su presencia en mi vida, por acompañarme en cada paso
con su amor de padre incondicional.*

*A Victoria que se constituye en el motor de todas mis luchas y que con su sonrisa pícara
me ha enseñado que ser mamá es lo mejor del mundo.*

*A Martín por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante todo el camino que hemos
recorrido juntos.*

*A mis padres que me han enseñado a asumir la vida con humildad pero con valentía; cada
oración que hacen se refleja en bendiciones.*

AGRADECIMIENTOS

A mi director Dr. Wilman Ricardo Henao por compartir un poco de sus conocimientos conmigo, por su paciencia, entusiasmo, optimismo y acompañamiento constante; a mis estudiantes por su colaboración; a doña Luz Dary por su apoyo incondicional, por cuidar de mi hija con todo el amor y dedicación; a todos aquellos que me brindaron una palabra de apoyo.

Muchas gracias y que Dios y la vida les concedan a todos mil bendiciones.

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito describir las relaciones que existen entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los estudiantes de grado décimo frente al concepto reacciones de oxido-reducción; para esto se dividió en tres etapas: la primera de exploración y diagnóstico que consistió en caracterizar los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales a partir de un instrumento de lápiz y papel con preguntas abiertas que surgen desde una experiencia de laboratorio y sobre las cuáles cada estudiante debe argumentar; a partir del análisis textual de estas declaraciones se determinan los obstáculos iniciales y se da paso a la segunda etapa en la cual se diseña y se aplica una unidad didáctica cuyo fin es contribuir a superar los obstáculos detectados tanto en los modelos explicativos sobre reacciones redox como en los niveles argumentativos iniciales; la tercera etapa de la investigación se da al finalizar la implementación de la unidad didáctica donde se aplica nuevamente el instrumento aplicado al inicio y mediante análisis textual de las respuestas se realiza una caracterización final de las dos categorías de investigación.

La comparación de los resultados entre la primera y tercera etapa permite corroborar cambios positivos tanto en los niveles argumentativos como en los modelos explicativos sobre reacciones redox encontrando que la relación entre estas dos categorías es directamente proporcional y bidireccional, esta bidireccionalidad sugiere que van a la par y que el mejoramiento de una conlleva al mejoramiento de la otra.

PALABRAS CLAVE: Argumentación, niveles argumentativos, modelos explicativos, reacciones de oxido-reducción.

ABSTRACT

The purpose of this research is to describe the relationships that exist between the argumentative levels and the explanatory models of tenth grade students versus the concept of oxide-reduction reactions; for this it was divided into three stages: the first of exploration and diagnosis that consisted in characterizing the argumentative levels and initial explanatory models from a pencil and paper instrument with open questions that arise from

a laboratory experience and on which each student must argue; Based on the textual analysis of these statements, the initial obstacles are determined and the second stage is passed, in which a didactic unit is designed and applied to help overcome the obstacles detected both in the explanatory models of redox reactions and in the initial argumentative levels; The third stage of the research is given at the end of the implementation of the didactic unit where the instrument is again applied with open questions applied at the beginning and through textual analysis of the answers a final characterization of the two research categories is made.

The comparison of the results between the first and third stage allows to corroborate positive changes both in the argumentative levels and in the explanatory models on redox reactions finding that the relationship between these two categories is directly proportional and bidirectional, this bidirectionality suggests that they go hand in hand and that the improvement of one leads to the improvement of the other.

KEY WORDS: Argumentation, argumentative levels, explanatory models, oxidation-reduction reactions

CONTENIDO

Introducción.....	9
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.2 Pregunta de investigación	14
1.3 Justificación.....	14
1.4 Objetivos	17
CAPITULO 2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	18
2.1 Argumentación, el concepto.....	18
2.2 Argumentación en el Aula	20
2.3 Niveles argumentativos.....	22
2.4 Modelos explicativos	23
2.5 Modelos explicativos para el cambio químico	24
2.6 Unidad Didáctica	27
CAPITULO 3. METODOLOGÍA	30
3.1 Enfoque metodológico.	30
3.2Diseño metodológico	30
3.3 Categorías de la investigación	31
3.4Técnicas e instrumentos	33
3.5 Unidad de Análisis y Unidad de Trabajo	33
CAPÍTULO 4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
4.1 Momento 1: Exploración y diagnóstico	34
4.2 Identificación de obstáculos	50

4.3 Momento 2: Aplicación de la Unidad didáctica	51
4.4 Momento 3: Cierre del proceso	57
CAPITULO 5. CONCLUSIONES	77
CAPITULO 6. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS.....	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala de Niveles argumentativos propuesta por Erduran Et al. (2004)	22
Tabla 2 Escala de Niveles argumentativos propuesta por Pájaro Et al. (2016).....	23
Tabla 3 Escala de Niveles argumentativos propuesta por Tamayo (2014).....	23
Tabla 4 Modelos teóricos para el cambio químico propuestos por Solsona e Izquierdo	25
Tabla 5 Escala de representación modelos mentales propuesta por Barsalou (1999)	26
Tabla 6 Escala de representación de Johnstone (1982) para la materia y sus cambios	26
Tabla 7 Escala de representación de los cambios de la materia propuesta por Aragón. Et al. (2012).....	27
Tabla 8 Rubrica para caracterizar las categorías de investigación	32
Tabla 9 Modelos explicativos categorizados en el momento 1	47
Tabla 10 Caracterización de los niveles argumentativos en el momento 1	49
Tabla 11 Categorías de investigación en la etapa 2	56
Tabla 12 Modelos explicativos caracterizados para cada estudiante en la etapa final	70
Tabla 13 Niveles argumentativos caracterizados en la etapa final	71
Tabla 14 Relación entre las categorías de investigación pregunta 1	75
Tabla 15 Relación entre las categorías de investigación pregunta 6	75
Tabla 16 Relación entre las categorías de investigación pregunta 8	76
Tabla 17 Relación entre las categorías de investigación pregunta 3	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diseño metodológico	30
Figura 2 Representación del proceso submicroscópico E1	36
Figura 3 Representación del proceso submicroscópico E2	39
Figura 4 Representación del proceso submicroscópico E3	41
Figura 5 Modelos explicativos usados por cada estudiante momento 1	47
Figura 6 Modelos explicativos categorizados en el momento 1	48
Figura 7 Niveles argumentativos caracterizados en cada estudiante momento 1	49
Figura 8 Niveles argumentativos caracterizados momento 1	50
Figura 9 Ilustraciones sobre el proceso químico ocurrido en un airbag	55
Figura 10 Ilustraciones sobre el proceso químico ocurrido en un airbag E3, E4, E5	55
Figura 11 Ilustracion sobre el proceso químico ocurrido en un airbag E6	56
Figura 12 Representación de un proceso redox por E2	61
Figura 13 Representación de un proceso redox por E3	65
Figura 15 Modelos explicativos caracterizados en la etapa final	70
Figura 16 Niveles argumentativos para cada estudiante en la etapa final	71
Figura 17 Niveles argumentativos caracterizados en la etapa final	72
Figura 18 Comparación entre los modelos explicativos en el momento inicial y final	73
Figura 19 Comparación de los niveles argumentativos en la etapa inicial y final	73
Figura 20 Relación global entre las categorías de investigación	74

Introducción

La química es una asignatura que se reviste de cierta complejidad originada en la comprensión de sus procesos que depende de la interpretación de fenómenos macroscópicos a partir de cambios en la estructura interna de la materia; este es el caso específico de las reacciones de oxido-reducción cuya complejidad radica en que en ellas ocurre intercambio de electrones, formación de iones, ruptura y formación de enlaces; lo que implica la necesidad de formar un modelo explicativo sobre procesos no visibles para comprender procesos visibles; autores como Garduño & Vierna (2005) y Caballero (2011) han teorizado sobre la dificultad en este tipo de reacciones, encontrando que la identificación de agentes oxidantes o reductores, la asignación de números de oxidación y el intercambio de electrones son algunos de los temas de mayor dificultad para los estudiantes; esto hace que muchos de ellos al no comprender la naturaleza de los fenómenos de oxido-reducción se dediquen a acumular y reproducir de manera mecánica los conceptos suministrados por el docente, lo que a su vez contribuye a formar modelos explicativos incompletos e imprecisos, por lo cual es importante que desde el aula se fortalezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje en pro de la construcción de modelos explicativos cercanos a los modelos científicos.

En esta búsqueda de construcción real de conocimiento varios autores como Sarda & Sanmartí (2000), Driver, Newton & Osborne (2000), Ruiz, Tamayo & Márquez (2015), Tamayo, Zona & Loaiza (2015), sugieren que la enseñanza de las ciencias debe tener espacios donde los estudiantes puedan argumentar para que logren apropiarse del conocimiento, acercándose a la realidad de la comunidad científica ya que las habilidades dialógicas contribuyen a la construcción y aprehensión de conocimiento.

En este contexto que involucra dificultades en la modelización adecuada del concepto reacciones redox y oportunidades de mejoramiento en los procesos de aprendizaje mediante la implementación de actividades que incentiven la habilidad argumentativa, se plantea la presente investigación donde se pretende describir la relación

entre el nivel argumentativo y los modelos explicativos de las estudiantes de grado décimo frente al concepto reacciones de oxido reducción.

El interés por abordar la temática mencionada surge gracias a que el Colegio Nacionalizado Femenino de Villavicencio contempla dentro de su PEI como modelo pedagógico institucional el dialógico, sin embargo a pesar de haber sido adoptado desde el año 2009, en este momento se encuentra en etapa de apropiación; esto sumado a las dificultades que las estudiantes presentan en la comprensión de la química, hacen que implementar actividades que posibiliten la habilidad argumentativa de las estudiantes sea una oportunidad que contribuya a mejorar el razonamiento científico.

Con esta concepción de implementar en el aula herramientas que contribuyan a aprehender el conocimiento y no a acumularlo se planteo un diseño metodológico sencillo donde inicialmente se detectaron los modelos explicativos previos respecto a las reacciones redox mediante un instrumento de lápiz y papel con preguntas abiertas surgidas a partir de una reacción redox llevada a cabo en el laboratorio, este instrumento además permitió divisar los obstáculos que las estudiantes presentaban en la formación de modelos explicativos adecuados y el nivel argumentativo en el que se encontraban antes de abordar la temática reacciones redox; posteriormente se diseño una unidad didáctica con actividades que involucraban habilidades argumentativas, para luego implementar nuevamente el instrumento de inicial con preguntas abiertas; permitiendo comparar las dos categorías antes, durante y después de la implementación didáctica.

La presente investigación consta de 6 capítulos; los tres primeros contienen las bases teóricas y metodológicas que la sustentan; en el capítulo uno se presenta el problema de investigación, la justificación, la pregunta de investigación y los objetivos general y específicos; el capítulo dos muestra el marco teórico donde se exponen diferentes concepciones sobre argumentación, niveles argumentativos y modelos explicativos para cambio químico, investigaciones relacionadas y experiencias de varios autores que abordan las categorías planteadas; posteriormente el capítulo tres muestra la metodología que se llevó a cabo para alcanzar los objetivos propuestos, en el capítulo 4 se muestran los resultados obtenidos en las tres etapas del proceso: antes, durante y después de la implementación de la unidad didáctica; los dos últimos capítulos muestran las

conclusiones y recomendaciones que se generan después de llevar a cabo el análisis de los datos recolectados.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química se tornan complejos gracias a la necesidad de comprender fenómenos que ocurren a nivel submicroscópico partiendo desde lo observable (Chang, 2002); es así como el alumno debe interpretar las características macroscópicas por medio de un modelo que va más allá de lo perceptible con los sentidos, en el que la materia se reduce a un complejo sistema de partículas en interacción (Gómez & Pozo, 2004). Este proceso consistente en entender teorías sobre moléculas, átomos, partículas subatómicas, ruptura y formación de enlaces y otros fenómenos no observables a partir de fenómenos observables, puede generar confusión en muchos estudiantes que ante las dificultades en la comprensión de dichos sucesos se ven obligados a acumular información que les ayuda a reproducir contenidos pero que no les permite aprehender realmente el conocimiento; este es el caso específico de las reacciones de oxido- reducción en las que ocurre la transferencia de electrones de un sustrato a un aceptor final que no necesariamente es el oxígeno, o bien la transferencia de electrones acompañada de la eliminación enzimática de hidrógeno (Garduño & vierna, 2005); respecto al aprendizaje de este tipo de reacciones los temas de mayor dificultad para los estudiantes son la identificación de agentes oxidantes o reductores, la asignación de números de oxidación, el intercambio de electrones, el balanceo y la Fuerza relativa de los agentes oxidantes y reductores (De Jong , Acampo & Verdonk, 1995; Leyre & Echeverria, 2013; Caballero 2011)

La complejidad descrita anteriormente hace que los estudiantes construyan modelos explicativos sobre la estructura, composición y comportamiento químico de la materia que muchas veces no corresponden o son insuficientes frente a lo que realmente ocurre; según Tamayo, Orrego & Dávila (2014) los modelos construidos por los estudiantes para explicar fenómenos pueden estar influenciados por los procesos de enseñanza, los libros de texto, los discursos de los profesores y las propuestas curriculares orientadoras de cada campo de estudio, lo que se constituye en obstáculo para la enseñanza.

En este sentido Aragón, Oliva & Navarrete (2012) expresan que las representaciones usadas por los estudiantes para explicar fenómenos como el cambio químico muchas veces son inadecuadas o insuficientes, ellos aseguran que la tendencia inicial de los estudiantes es la de explicar procesos de cambio químico mediante un modelo macroscópico, que sería el más evidente e intuitivo para los alumnos; Benítez & Santiago (2013) permiten reforzar la postura anterior asegurando que muchos estudiantes al terminar su educación media no logran explicar el fenómeno de reacción química ni logran relacionar lo observado a nivel macroscópico con el nivel submicroscópico de la materia.

En contexto con lo anterior, las estudiantes del Colegio Nacionalizado Femenino de Villavicencio no son ajenas a esta realidad; varias de ellas presentan dificultades en la aprehensión de conceptos propios de química y en general su opinión respecto a la importancia de la química se centra en su futuro profesional, exponiendo que esta asignatura es importante para quienes vayan a seguir estudiando carreras asociadas con la salud o con el medio ambiente; esta falta de sentido de la química para su vida cotidiana hace que se convierta solo en una asignatura más que se pone en práctica únicamente cuando el profesor esta en el aula; esto sumado al uso de números, ecuaciones, símbolos y formulas asociados con los elementos y compuestos químicos hace que en general los temas tratados se perciban como dificultosos, en especial los que tengan que ver con el cambio químico ya que los eventos submicroscópicos como ruptura de enlaces, intercambio de electrones, formación de nuevos enlaces, etc. son numerosos; en el caso específico de las reacciones de oxidación reducción las estudiantes por lo general tienden a memorizar la relación entre el cambio del estado de oxidación y la identificación de la sustancia oxidada y reducida, sin llegar a comprender realmente que el estado de oxidación es una representación simbólica de las cargas que presentan los átomos y que a su vez estas cargas están relacionadas con la ganancia o pérdida de electrones; esta dificultad en relacionar eventos macroscópicos, con representaciones simbólicas y eventos submicroscópicos, hace que esos datos aprendidos de memoria se olviden rápidamente.

Teniendo en cuenta la problemática planteada anteriormente se propone el presente proyecto en el que se espera contribuir con el cambio de los modelos explicativos

que construyen los estudiantes frente al tema de reacciones de Oxido-reducción a partir de sus niveles argumentativos, presumiendo que los niveles de argumentación que una persona posee están relacionados con las representaciones mentales que construye y que ambas categorías pueden mejorar a partir de los espacios que se den para aprovechar sus potencialidades, sus experiencias previas, su lenguaje, sus métodos de persuasión, permitiéndoles ser críticos no solo frente a los conocimientos adquiridos sino también con los sucesos que se dan a nivel social.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las relaciones que existen entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los estudiantes del grado décimo frente al concepto reacciones de oxido-reducción?

1.3 Justificación

La memorización de conceptos es aún una de las formas que los estudiantes usan para obtener calificaciones satisfactorias, esto se da gracias a la persistencia del sistema de entrega de información por parte del docente y acumulación de la misma por parte de los estudiantes que siguen siendo agentes pasivos en sus procesos de aprendizaje, limitándose a responder y repetir lo que el docente le transmitió; a este respecto Henao (2013) afirma que las dificultades en los estudiantes para entender conceptos se dan gracias a que el sistema didáctico en las aulas de clase privilegia al saber como el componente de mayor preferencia, bajo la idea de que lo importante es “aprender” y esto se consigue entendiendo los conceptos que el docente entrega y que considera necesarios sin tener en cuenta las habilidades, contexto y modelos explicativos; este favorecimiento a los procesos de memorización lleva a los estudiantes a usar modelos inadecuados o insuficientes para explicar diferentes situaciones, por lo tanto es prioritario cambiar los procesos de transmisión por procesos de construcción con el fin de lograr una evolución en las representaciones que hacen los estudiantes sobre los conceptos tratados en el aula, esta

evolución es posible cuándo el alumno deja de ser un sujeto pasivo para convertirse en el protagonista que con ayuda de su profesor construya modelos mentales más evolucionados cada vez; a este respecto Quintanilla, Merino & Daza, (2010) que enseñar y aprender química, conlleva a hablar su lenguaje de formulas y símbolos, considerando importante que *"los estudiantes sean capaces de argumentar y comunicar eficazmente sus conocimientos a audiencias concretas, que puedan tener opiniones fundamentadas y participar en los temas que se discuten en la sociedad"* (p.5).

Consecuentemente es necesario que se estimule el uso de las habilidades innatas y se propicien otras que lleven a mejorar los modelos explicativos que los estudiantes construyen; dentro de las habilidades estrechamente relacionadas con estos procesos de construcción están las lingüísticas que según varios autores posibilitan la apropiación de conceptos propios de las ciencias; Sarda & Sanmartí (2000) aseguran que el conocimiento científico se puede construir a través de procesos que incluyan el lenguaje, la negociación, la discusión de ideas, los argumentos y los discursos, Driver, Newton & Osborne (2000), expresan que la enseñanza de las ciencias debe tener espacios para aprender a argumentar con el fin de acercar al estudiante a las discusiones que se llevan a cabo en la comunidad científica y al rol que estas cumplen dentro de la producción de conocimiento, Ruiz, Tamayo & Márquez (2015) afirman que la argumentación debe ser asumida de manera explícita pues según ellos es una "herramienta" fundamental que contribuye a comprender de manera más significativa los conceptos tratados en el aula, Tamayo, Zona & Loaiza (2015) aseguran que una de las competencias que debe estar presente en los procesos de enseñanza y aprendizaje es la argumentación que permitirá privilegiar la formación del pensamiento crítico para que la escuela cumpla su función como formadora de ciudadanos capaces de comprender y ser partícipes de los cambios que suceden a su alrededor; es necesario dejar en segundo plano los principios, conceptos y teorías que hoy aún son protagonistas en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Es así como el aula de clase se debe transformar en un espacio donde se propicie la formación de ciudadanos críticos, capaces de proponer soluciones, debatir con argumentos y promover cambios positivos en la sociedad (Sardà & Sanmartí, 2000); por esta razón es

importante plantearse alternativas de enseñanza y aprendizaje donde se tengan en cuenta los conocimientos previos, contexto y niveles de argumentación, de los estudiantes, permitiéndoles la exposición y escritura de sus propias ideas y la defensa de sus puntos de vista con argumentos; según Ruiz, Tamayo & Márquez (2015) al promover las habilidades argumentativas en el aula de clase se contribuirá a que los estudiantes desarrollen "*habilidades cognitivas, sociales y emocionales*", a la calidad en el uso del lenguaje, a la comprensión y aprehensión de los conceptos estudiados y a la formación de ciudadanos comprometidos con el progreso de la sociedad; para estos autores la argumentación como actividad social es una "herramienta" fundamental que contribuye en gran medida a la comprensión de los conceptos abordados en el aula.

Bajo esta concepción de lograr un mejoramiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje a través del aprovechamiento de las habilidades dialógicas de los estudiantes y que además cause un impacto positivo en la sociedad, surge el presente interés investigativo en el cuál se pretende promover algunas prácticas argumentativas en el aula, procurando la evolución en los modelos explicativos que los estudiantes construyen sobre el tema reacciones de oxido-reducción, implícito en muchas transformaciones de la vida cotidiana como el proceso de respiración, fotosíntesis, metabolismo de carbohidratos, refinamiento de metales, etc. y que al incluir eventos submicroscópicos como ruptura de enlaces o intercambio de electrones requiere que el estudiante realice un adecuado proceso de apropiación, razón por la cual se plantea abordar este tema a partir de prácticas argumentativas, que varios autores han calificado como apropiadas para construir conocimiento científico.

Sarda & Sanmartí (2000) por ejemplo afirman que es importante abordar el estudio del habla en el aula ya que este es un espacio propicio para el razonamiento científico a partir de la implementación de procesos de argumentación donde el estudiante pueda hablar y escribir sobre diferentes fenómenos; Candela (1999) por su parte plantea el discurso como medio para el aprendizaje argumentando que gran parte de las formas de aprender y enseñar se realiza mediante el lenguaje oral y escrito, Ruiz, Tamayo & Márquez (2015) exponen la argumentación como una competencia que debe ser asumida de manera

explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias ya que contribuye a su construcción, su comunicación y al proceso de aprendizaje.

Con las referencias anteriores es propicio plantear la posibilidad de una relación entre los niveles de argumentación que posee un estudiante y los modelos explicativos que plantea, lo que resulta bastante pertinente en este momento donde se hace énfasis en la importancia de cambiar los procesos de enseñanza basados en la transmisión y recepción por otros que le permitan al estudiante una mayor participación, haciéndolo constructor de sus propios conocimientos; determinando la relación entre las dos categorías se espera contribuir al mejoramiento de los niveles argumentativos de los estudiantes y a su vez en la evolución de los modelos explicativos sobre el tema de reacciones de oxidación-reducción y que los resultados obtenidos sirvan como punto de inicio para otras investigaciones que busquen la adecuada construcción de modelos científicos a partir de modelos dialógicos.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Describir las relaciones que existen entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los estudiantes de grado décimo frente al concepto reacciones de oxidación-reducción.

1.4.2 Específicos

- Identificar los niveles argumentativos en estudiantes de grado décimo frente al concepto reacciones de oxidación-reducción previo y posterior a la implementación de una unidad didáctica..
- Caracterizar el cambio de los modelos explicativos frente al concepto reacciones de oxidación-reducción durante la aplicación de una propuesta de enseñanza

CAPITULO 2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

A continuación se citan algunas investigaciones que dan cuenta de la relación entre los niveles argumentativos y el aprendizaje de algunos conceptos propios de las ciencias naturales; la búsqueda de estas investigaciones parte desde el concepto general de argumentación y su relación con el aprendizaje de las ciencias naturales, para luego precisar en trabajos que aborden el análisis de los niveles argumentativos e identificación de modelos explicativos.

2.1 Argumentación, el concepto.

Según Tamayo, Zona & Loaiza (2015) la argumentación ha sido definida de varias maneras: como defensa para una afirmación, como una forma de convencimiento o persuasión, como una actividad social, como una forma de llegar a consensos. En este orden de ideas se exponen diferentes concepciones de argumentación:

Aristóteles (384 - 322 a.c) fue una de las primeras personas de quien se ha documentado expuso sobre la lógica argumentativa; en palabras de Pinzón (2014) Aristóteles planteo la argumentación como una "tercera operación que surge después de la abstracción de los conceptos y de los juicios"; siendo los conceptos la primera operación y los juicios la segunda.

Toulmin (1958) considera que los argumentos son los componentes de los que depende el valor de una afirmación, estos pueden ser datos, hechos, pruebas, consideraciones; sin embargo aclara que no todos se utilizan para defender una afirmación pues los propósitos de los argumentos son diversos, a estos argumentos con propósito diferente a apoyar o refutar una tesis los llamó secundarios y a los que cumplen la función de apoyar afirmaciones les llamó argumentos justificatorios. Toulmin (p. 30).

Por su parte Sarda & Sanmartí (2000) consideran la argumentación como una actividad dialógica en la cual se puede interactuar, negociar, construir, justificar o refutar opiniones; afirman que para argumentar "hace falta elegir entre diferentes opciones o

explicaciones y razonar los criterios que permiten evaluar como más adecuada la opción elegida " (p. 123); en este orden de ideas Van Eemeren Et al. (2004) definen la argumentación como “una actividad verbal, social y racional que apunta a convencer de manera razonable a los críticos de la aceptación de un punto de vista, anteponiendo una constelación de proposiciones que justifican o refutan la proposición expresada en el punto de vista” (p.1)

Driver y Newton (2000) afirman que la argumentación se da cuando un individuo o un grupo examinan diferentes puntos de vista para llegar a un acuerdo; en este mismo orden de ideas Candela (1999) asegura que se argumenta para convencer sobre la validez de algún aspecto, para luego llegar a un consenso; para esta autora la argumentación y búsqueda de acuerdos son dos aspectos complementarios.

Por su parte Jiménez y Díaz (2013) Definen argumentación como *"la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a partir de datos empíricos o procedentes de otras fuentes"* (p.3)

En palabras de Rodríguez (2004) la argumentación es un proceso que permite a partir de ciertas premisas llegar a obtener conclusiones e implica la comunicación e interacción entre personas, grupos e incluso entre la persona y el texto que se está generando.

En el presente proyecto se concibe la argumentación desde las propuestas de Driver y Newton (1997), Rodríguez (2004), Jiménez y Díaz de Bustamante (2013) citadas previamente; como un proceso que implica la interacción no solo entre individuos, sino también entre una persona y un texto generado, en el cuál se dan razones para afirmar o refutar una proposición, partiendo de la capacidad para dar validez y relacionar datos empíricos y teóricos, con el fin de obtener una o varias conclusiones.

2.2 Argumentación en el Aula

Los trabajos que se relacionan a continuación, presentan la relación entre la habilidad argumentativa la construcción del conocimiento científico, que han servido como referencia para a presente investigación.

Ruiz, Tamayo & Márquez (2015) Exponen la argumentación como "una acción que facilita la explicitación de las representaciones internas que tienen los estudiantes sobre los fenómenos estudiados, el aprendizaje de los principios científicos y, a su vez, potencia la comprensión de la actividad cognitiva en sí misma del sujeto al construir la ciencia" (p. 4); estos autores consideran que la argumentación puede ser aceptada de tres maneras: La primera como un proceso dialógico con relevancia en el debate, la crítica y la toma de decisiones; la segunda como un proceso que promueve en los estudiantes la capacidad para justificar, de manera comprensible, la relación entre datos y afirmaciones y a tercera como un proceso que promueve la capacidad para proponer criterios que ayuden a evaluar las explicaciones y puntos de vista de los sujetos implicados en los debates (p. 4-5).

Entre tanto Ruiz Et al. (2002) expresan que este proceso dialógico promueve en los estudiantes la capacidad para justificar la relación entre datos y afirmaciones y la capacidad para contribuir en la evaluación de las posturas de otros integrantes del debate, además los autores exponen la argumentación como una herramienta fundamental que contribuye a la construcción de conocimiento.

Pinzón (2014) encuentra que las intervenciones didácticas con énfasis discursivo y argumentativo permiten fortalecer el pensamiento crítico; además concluye que existe una relación directa entre mejores desempeños académicos, mayor uso de declaraciones argumentativas, mayor calidad en los argumentos y pensamiento crítico.

Por otra parte Buitrago, Mejía & Hernández (2013), mencionan la importancia de los profesores de ciencias en el favorecimiento de la argumentación en el aula, estos autores sugieren que a pesar que aún persiste el modelo tradicional, los profesores de ciencias naturales buscan estrategias que permitan potenciar el aprendizaje y que algunas de

estas estrategias permiten promover la argumentación, por ello presentan las reflexiones de diferentes autores desde el conocimiento del docente sobre el proceso histórico de la argumentación, el desarrollo de los procesos argumentativos e importancia en el ámbito escolar, el reconocimiento de la argumentación como contribuyente en los procesos de pensamiento y construcción de conocimiento científico escolar y el diseño de actividades que permitan mejorar los procesos argumentativos.

Los autores Erduran, Simon & Osborne (2002), exponen el importante papel que el lenguaje, la conversación y la discusión han tenido en el aprendizaje de las ciencias, manifestando que la argumentación tiene dos funciones en el aula: la de involucrar a los estudiantes en la coordinación de objetivos conceptuales y epistémicos y la de hacer visible el razonamiento científico de los estudiantes; a partir de esta investigación en la que inicialmente se centraron en el desarrollo de las habilidades de los maestros y los materiales para su uso en las lecciones siempre basadas en argumentación, en la segunda fase recolectaron datos para analizar las mejoras en la calidad o cantidad de argumento de los estudiantes; a partir de esto Erduran Et al. (2002) establecen un marco analítico utilizado para evaluar la calidad de la argumentación donde clasifican los argumentos en 5 diferentes niveles.

En cuanto al análisis de textos y discursos argumentativos se toman como referencia algunos hallazgos de Tamayo & Cardona (2009) quienes realizaron un estudio cualitativo con el fin de caracterizar los modelos argumentativos que usan estudiantes universitarios para resolver problemas de genética; para esto usaron una metodología de tipo descriptiva analizando respuestas escritas y orales de problemas en cuya solución estaban implicados los modelos de herencia de Lamarck y de Mendel; esta caracterización fue realizada desde tres categorías: modelo conceptual, estructura argumentativa y comportamiento discursivo, encontrando estructuras argumentativas restringidas en las que predominan conclusión-justificación y datos-conclusión; en el comportamiento discursivo encontraron el uso predominante de oraciones que denotan posibilidad y otras que emplean conectores de causalidad; en cuanto al modelo argumentativo estos dos autores encontraron una aproximación al modelo propuesto por Giere (1991).

2.3 Niveles argumentativos

Para evaluar la calidad de una argumentación, es necesario contar con criterios claros que permitan clasificar los argumentos como sólidos o carentes; en este sentido autores como Erduran, Et al. (2004), Ruiz, Et al.. (2013), Pájaro, Et al.. (2016), han investigado y teorizado sobre la calidad de los discursos argumentativos generando rúbricas que permiten verificar la presencia de los elementos que constituyen un argumento; estas escalas tienen criterios en común, lo que permite homogeneidad en las categorizaciones; a continuación se muestran dichas escalas:

Erduran, Simón & Osborne (2004); consideran que son cinco los niveles en los que se pueden situar los argumentos:

Tabla 1. Escala de Niveles argumentativos propuesta por Erduran Et al. (2004)

Nivel Argumentativo	Descripción
1	Argumentaciones que solo presentan afirmaciones
2	Argumentaciones formadas por conclusiones y al menos datos, justificaciones
3	Argumentaciones cuya estructura la constituyen las conclusiones con al menos datos, justificaciones o apoyos y alguna refutación débil.
4	Argumentaciones que muestran claramente una conclusión y una refutación.
5	Argumentaciones caracterizadas por tener conclusiones y más de una refutación.

Ruiz , Tamayo & Márquez (2013) ubican en el nivel 3, a los argumentos que presentan conclusiones, datos y justificaciones, manifestando que en este nivel difieren con Erduran et al. (2004), quienes en este nivel ubican además alguna refutación débil.

Por su parte Pájaro, Trejos; Ruiz & Álvarez (2016) presentan una adaptación de la escala construida por Osborne, Aguiar y Simons (2007):

Tabla 2 Escala de Niveles argumentativos propuesta por Pájaro Et al. (2016)

Nivel Argumentativo	Descripción
1	Argumentaciones que solo presentan afirmación, dato o conclusión
2	La argumentación tiene afirmaciones o datos y justificaciones pero sin refutaciones.
3	La argumentación tiene una serie de afirmaciones, datos y justificaciones con refutación débil ocasional.
4	La argumentación tiene una serie de afirmaciones o datos, justificaciones o respaldos y garantías con refutación débil ocasional
5	La argumentación muestra una amplia discusión con más de una refutación.

Tamayo (2014 p.p. 34) citando en el nivel 1 a (Van Dijk & Kintsch, 1983); enuncia 6 niveles para evaluar la calidad de la argumentación:

Tabla 3. Escala de Niveles argumentativos propuesta por Tamayo (2014)

Nivel Argumentativo	Descripción
1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
2	Comprende argumentos en los que se identifican claridad de los datos y conclusión
3	Son argumentos constituidos por datos, con conclusiones y una justificación, y sin cualificador o modalizador
4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones haciendo uso de cualificadores o respaldo teórico, y sin contraargumento.
5	Comprende argumentos con conclusión y un contraargumento
6	Comprende argumentos completos con más de un contraargumento

2.4 Modelos explicativos

Tamayo, Orrego & Dávila (2014) Exponen los modelos mentales o explicativos como las representaciones que una persona realiza sobre el sistema "*reflejan sus creencias*

sobre el sistema" y se caracterizan por ser dinámicos, incompletos, inespecíficos, parsimoniosos y evolucionan permanentemente al interactuar con el contexto y su importancia en la didáctica radica en comprender como es el proceso de construcción y de cambio de esas representaciones, qué clases de procesos determinan su uso y cuáles son los procesos mentales que permiten su creación. Tamayo Et. (2014) basados en la perspectiva de Johnson-Laird explican que el discurso sobre un modelo mental se basa en tres ideas centrales: a.) un modelo mental representa la situación que el discurso describe, b) la representación lingüística inicial de un discurso el conjunto total de situaciones que puede describir y c) un discurso es juzgado como cierto si incluye como mínimo un modelo del mundo real.

Orrego, Tamayo, & Ruiz (2016) Manifiestan que el uso de modelos mentales *"permite integrar la información suministrada por todos los sentidos, con la información proveniente del conocimiento general"* y que *"depende tanto de nuestro sistema nervioso como de nuestras experiencias"* (pg. 61)

En palabras de Concari (2001) un modelo explicativo es concebido como una representación posible del mundo físico; en general, representa la situación real de manera incompleta, aproximada e inexacta, siendo más simple que ella.

Por su parte Aragón, Oliva & Navarrete (2012) explican que los modelos mentales se pueden entender como conocimientos escolares idealizados sobre la realidad, que nos permiten comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal.

A la luz de las propuestas de Aragón Et. a (2012) y Orrego Et al. (2016) en el presente proyecto se define un modelo explicativo como la forma en la que una persona representa su concepción de la realidad.

2.5 Modelos explicativos para el cambio químico

Teniendo en cuenta que las reacciones de Oxido-Reducción son cambios químicos, el análisis de estas se realizará teniendo en cuenta los modelos explicativos para dichos cambios; es así como se mencionan algunos autores que presentan las bases teóricas para comprender los modelos explicativos para el cambio químico:

Solsona e Izquierdo (1999) conciben un modelo teórico para el cambio químico como "la representación de un grupo de fenómenos que puede concretarse por escrito o mediante una maqueta"... "son convencionales y pueden cambiar pero no son arbitrarios, conectan significativamente con el mundo real y lo modelan"(p.2-3); estos autores suministran una escala con 4 modelos teóricos: El modelo incoherente, modelo mecano, modelo cocina, modelo interactivo. Ver tabla 4

Respecto a la identificación de modelos de representación en el concepto cambio químico, la publicación de Aragón, Oliva & Navarrete (2012) proporciona una escala con la cual se puede verificar el modelo de representación que se usa en una explicación de cambio químico; ellos manifiestan que se puede asumir que un formato de representación no es único; para analizar el cambio químico en la materia así, que usan una combinación de la escala propuesta por Barsalou (1999) y Nersessian (2002) con los códigos de representación de Johnstone (1982) que se muestran en la tabla 5.

Tabla 4. Modelos teóricos para el cambio químico propuestos por Solsona e Izquierdo

Modelo	Descriptor
Modelo Incoherente	No se explica el cambio químico y no se usa ninguna terminología ni macroscópica ni microscópica para describirlo.
Modelo Mecano	Explicación microscópica sin dar importancia a los fenómenos; se habla de cambio a nivel de estructura interna y los ejemplos que se dan son teóricos, por lo general extraídos de los libros de texto, no se recurre a la experiencia.
Modelo cocina	Se explica de acuerdo a los fenómenos visibles, parte de la experiencia; explicaciones predominantemente macroscópicas
Modelo Interactivo	La interpretación del cambio químico se realiza en términos de sustancias; hay una relación coherente y equilibrada entre el nivel macroscópico y microscópico.

Tabla 5. *Escala de representación modelos mentales propuesta por Barsalou (1999)*

Escala de representación	Descripción	Clasificación	Descripción
Formato proposicional	Cadena de símbolos relacionados entre sí mediante determinadas reglas		
Formato icónico	Representaciones analógicas y diagramas.	Representaciones modales	Los símbolos empleados guardan cierta relación de similitud con el objeto representado
		representaciones amodales	Los símbolos usados no guardan ninguna relación de similitud con el objeto representado; son símbolos arbitrarios

Tabla 6. *Escala de representación de Johnstone (1982) para la materia y sus cambios*

Escala de representación	Descripción
Ámbito macroscópico	Representaciones mentales que proceden de la realidad observable
Ámbito simbólico	Representación de conceptos químicos usando diferentes medios como modelos, dibujos, representaciones algebraicas, formas digitales
Ámbito submicroscópico	Interpretación de procesos mediante partículas submicroscópicas como electrones, átomos o moléculas, que no pueden ser directamente observadas.

Aragón. Et al. (2012) advierten que el ámbito simbólico del cambio químico (símbolos, fórmulas, ecuaciones químicas, etc.) de Johnstone se alinea claramente con los sistemas icónicos amodales de representación, mientras que el ámbito macroscópico y el submicroscópico encontrarían cabida en las representaciones proposicionales y en las icónicas, lo que les permiten sintetizar una nueva propuesta para analizar los modelos mentales en torno al cambio químico:

Tabla 7. *Escala de representación de los cambios de la materia propuesta por Aragón. Et al. (2012)*

Escala de representación	Descripción
proposicionales macroscópicos	Representaciones proposicionales de la realidad observable
proposicionales submicroscópicos	Representaciones proposicionales de la interpretación de procesos mediante partículas submicroscópicas, como átomos o moléculas, que no pueden ser directamente observadas.
icónicos modales	Representaciones del cambio químico que hacen uso de diagramas de partículas, guardando los símbolos empleados una cierta relación de similitud con los objetos que representan, átomos y moléculas fundamentalmente.
icónicos amodales	Constituidos por símbolos que no guardan relación de semejanza con el objeto representado

La escala suministrada por Aragón Et al. (2012) para la representación del cambio químico, junto con los modelos contemplados por Solsona e Izquierdo (1999) permiten generar una rúbrica en el presente proyecto mediante la cual es posible realizar el análisis textual para los escritos donde se expliquen cambios químicos, específicamente donde se expliquen las reacciones de oxidación-reducción, teniendo en cuenta que éstas son cambios químicos y que para su comprensión es necesario explicar procesos submicroscópicos sobre todo de transferencia de electrones para relacionarlos con los procesos macroscópicos que caracterizan a este tipo de reacciones.

2.6 Unidad Didáctica

La unidad didáctica se define como *"unidad estructural y funcional de trabajo de los profesores en sus aulas de clase"* Orrego, Tamayo & Ruiz (2016. p. 19); estos autores afirman que una buena enseñanza no depende únicamente del dominio disciplinar por parte del docente si no también del diseño de ambientes de enseñanza y aprendizaje en los que se combinan varios factores como sus experiencias previas y las de sus alumnos, el contexto

en el que se está enseñando, el dominio de los temas , la planeación y la recolección de resultados después de ejecutar cada proceso de enseñanza; el diseño de estos ambientes de enseñanza y aprendizaje se constituye como dicha unidad estructural y funcional; estos autores plantean una propuesta basados en ocho componentes que forman parte en la estructura de las unidades didácticas: el aprendizaje en clave evolutiva, la metacognición, la motivación, la historia y epistemología de las ciencias, la enseñanza desde una perspectiva sociocientífica, las representaciones, la modelización de la didáctica de las ciencias.

Ibáñez (1992) por su parte define unidad didáctica como la interrelación de todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza/aprendizaje con una coherencia interna metodológica y por un período de tiempo determinado"; esta autora plantea que las unidades didácticas articulan los contenidos planteados en el currículo y que debido a su dinamismo es más eficaz planear unidades didácticas que elaborar programaciones de actividades que conlleven más tiempo.

Blasco & Mengual (sf) definen la unidad didáctica como: "unidad de trabajo diseñada y desarrollada por el/la profesor/a en función de las características propias de cada aula, ajustada y secuenciada al PCC de cada área con una duración determinada, que estará supeditada a los aprendizajes previos de los alumnos, y que organizada en subunidades (sesiones), tiene como fin último lograr el aprendizaje de los alumnos en relación con un tema determinado"

El grupo de investigación, cognición y educación de la UAM, basándose en los planteamientos presentados por Tamayo (2006) y Sánchez Blanco (1993), explican que la unidad didáctica es un proceso flexible que parte primero de la planificación del docente, determinado por su saber específico, su experiencia, los conocimientos previos de los estudiantes, el número de estudiantes por aula las políticas educativas institucionales y nacionales e inclusive los recursos disponibles.

En contraste con este concepto Sánchez & Varcacel (1993) proponen que la labor del docente requiere una planificación que está condicionada por una serie de factores como: tipo de contenidos, número de alumnos por aula, experiencias previas tanto del profesor como de los alumnos entre otras y que todo docente debe tener en cuenta para su

planeación de clase tres elementos: el contenido, los resultados esperados y las actividades que a su vez se concentran en el diseño de la unidad.

En el presente proyecto de investigación se usaran como referencia los planteamientos y Orrego Et. al (2016) para el diseño de la unidad didáctica ya que tiene en cuenta los componentes que permiten realizar un adecuado proceso de trasposición didáctica.

CAPITULO 3. METODOLOGÍA

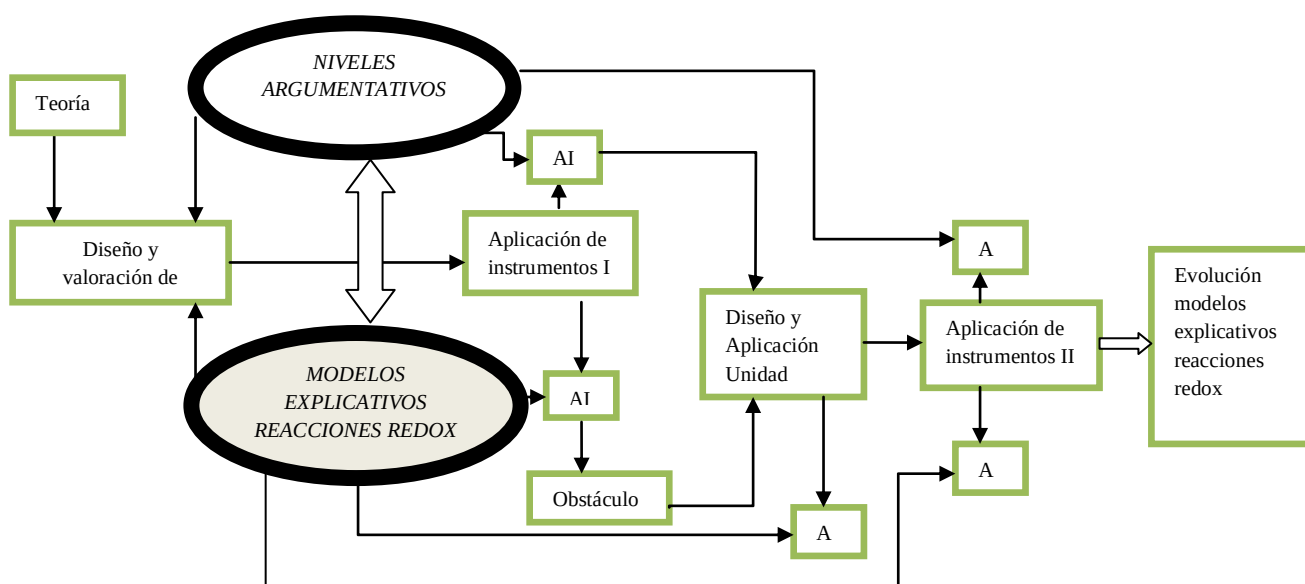
3.1 Enfoque metodológico.

La presente investigación es de tipo cualitativo de corte descriptivo que según Osses, Sánchez & Ibáñez, (2006) está orientado al estudio en profundidad de la compleja realidad social y que según Benitez (2014) es idóneo por su flexibilidad que permitirá explicar y obtener un conocimiento a fondo sobre la problemática presentada a través de la observación; en este caso se busca describir cómo es la relación entre los modelos explicativos de las estudiantes frente a un concepto particular y sus niveles argumentativos.

3.2 Diseño metodológico

El siguiente diseño metodológico se propone con el fin de responder a la pregunta de investigación ¿Cuáles son las relaciones que existen entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los estudiantes del grado décimo frente al concepto reacciones de oxido-reducción?

Figura 1 Diseño metodológico



El diseño propone las siguientes etapas:

1. A partir de la teoría y teniendo en cuenta las dos categorías de investigación: niveles argumentativos y modelos explicativos en las reacciones de oxido-reducción se

diseña y se valida el instrumento de indagación inicial que consiste en responder y argumentar una serie de preguntas sobre un experimento redox hecho en el aula; en dichas preguntas es posible analizar los modelos explicativos de las estudiantes y a la vez sus niveles argumentativos.

2. Aplicación y análisis (A1) de instrumento de indagación inicial (previo a la unidad didáctica), con el fin de analizar los modelos explicativos frente al concepto reacciones de oxido-reducción, los posibles obstáculos frente a su aprendizaje, así como los niveles argumentativos de los estudiantes; este análisis (A1) se realizará mediante matrices.

3. Diseño y aplicación de la Unidad didáctica, a partir del análisis y determinación de obstáculos descritos en la etapa (2) se construyen las actividades necesarias para intervenir los modelos explicativos encontrados frente al concepto estudiado, teniendo en cuenta que en las actividades los estudiantes deberán poner en práctica sus niveles argumentativos. En esta etapa se hará un segundo análisis (A2) mediante matrices en la evolución en los modelos explicativos.

4. Aplicación y análisis (A3) de instrumento (el mismo aplicado en la etapa 2) posterior a la aplicación de la unidad didáctica; en este punto se analizarán mediante matrices los modelos explicativos del concepto reacciones de oxido-reducción, así como los niveles argumentativos de los estudiantes, con el fin de verificar la contribución de la unidad didáctica en el mejoramiento de estos dos aspectos.

3.3 Categorías de la investigación

A partir de la problemática que se aborda surgen dos categorías: Niveles argumentativos para la cual se usará como herramienta de análisis la escala de niveles argumentativos planteada por Erduran, Simón & Osborne (2004) y Modelos explicativos en las reacciones de oxido-reducción en cuyo análisis se usaran dos herramientas: La escala de representación propuesta por Aragón, Oliva & Navarrete (2012) y los modelos teóricos del concepto de cambio químico de Solsona e Izquierdo (1999), las cuales se describen a continuación:

Tabla 8. *Rubrica para caracterizar las categorías de investigación*

Categorías	Subcategorías	Descriptores
Niveles argumentativos	Nivel 1	Solo presenta afirmaciones.
	Nivel 2	Presenta conclusiones y al menos datos, justificaciones.
	Nivel 3	Presenta conclusiones con al menos datos, justificaciones o apoyos y alguna refutación débil.
	Nivel 4	Muestra claramente una conclusión y una refutación.
	Nivel 5	Presenta conclusiones y más de una refutación.
Modelos teóricos	Modelo Incoherente	No se explica el cambio químico y no se usa ninguna terminología ni microscópica ni macroscópica para describirlo.
	Modelo Mecano	Explicación microscópica sin dar importancia a los fenómenos; se habla de cambio a nivel de estructura interna y los ejemplos que se dan son teóricos, por lo general extraídos de los libros de texto, no se recurre a la experiencia.
	Modelo cocina	Se explica de acuerdo a los fenómenos visibles, parte de la experiencia; explicaciones predominantemente macroscópicas
	Modelo Interactivo	La interpretación del cambio químico se realiza en términos de sustancias; hay una relación coherente y equilibrada entre el nivel macroscópico y microscópico.

3.4 Técnicas e instrumentos

Para responder a la pregunta ¿Cuáles son las relaciones que existen entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los estudiantes del grado décimo frente al concepto reacciones de oxido-reducción?, se plantea inicialmente un cuestionario (Instrumento I) que surge a partir de una experiencia sencilla de laboratorio, donde cada estudiante adiciona 50 gotas de agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) a una papa cruda partida a la mitad; después de observar cuidadosamente el proceso las estudiantes deben responder de manera escrita a preguntas abiertas y además deben realizar representaciones gráficas (dibujos, diagramas, símbolos o formulas) lo que permitirá identificar además de las categorías planteadas posibles obstáculos en el aprendizaje; a partir de estos hallazgos se construirán las actividades necesarias para la intervención en los modelos explicativos frente al concepto reacciones de oxido-reducción.

3.5 Unidad de Análisis y Unidad de Trabajo

- Unidad de Análisis: Mediante matrices diseñadas a partir de las diferentes categorías asociadas a los objetivos específicos se analizarán las relaciones que existen entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos frente al concepto reacciones de oxido-reducción.
- Unidad de Trabajo: 25 estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Pública Colegio Nacionalizado Femenino de Villavicencio Meta; todas mujeres con edades comprendidas entre 14 y 16 años, con estratos socioeconómicos de 1 a 4.

CAPÍTULO 4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Momento 1: Exploración y diagnóstico

4.1.1 Caracterización de los modelos explicativos y niveles argumentativos

A continuación se presentan las declaraciones de seis estudiantes que respondieron por escrito 8 preguntas abiertas referentes al cambio observado que permiten identificar los modelos explicativos y el nivel argumentativo de cada estudiante después de realizar una experiencia en el aula denominada "comportamiento del peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) con un trozo de papa"; (ver anexo 2):

1. ¿En el proceso realizado ocurrió un cambio físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta
2. ¿Qué sustancia y en qué estado de agregación se formó sobre la superficie de la papa y de dónde provino? Explica amplia y claramente tu respuesta
3. ¿Si en lugar de usar peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) usáramos alcohol antiséptico, crees que ocurriría lo mismo? Explica amplia y claramente tu respuesta
4. ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta
5. Representa mediante dibujos, diagramas, símbolos o formulas lo que crees que ocurrió con átomos, moléculas, electrones y enlaces químicos en la experiencia realizada
6. Si realizáramos una experiencia diferente, por ejemplo dejar un clavo de hierro a la intemperie por varios días ¿Que ocurriría con el clavo? ¿el cambio ocurrido será físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta
7. ¿Habría alguna similitud entre la experiencia de peróxido de hidrogeno con papa y el clavo de hierro a la intemperie? Explica amplia y claramente tu respuesta.
8. ¿Crees que para que haya una oxidación siempre debe haber oxígeno?

Argumenta tu respuesta.

4.1.1.1 Estudiante 1 (E1)

4.1.1.1.1 Modelos explicativos usados

En sus 8 declaraciones se caracterizaron 2 modelos teóricos (incoherente y cocina, interactivo); el modelo incoherente en 4 ocasiones, el modelo cocina en 4; También se analizó el uso de modelos representacionales en sus 8 declaraciones, encontrando que usa el modelo proposicional macroscópico en 5 ocasiones, y en 3 declaraciones no es posible identificar el tipo de modelo representacional que usa.

Los hallazgos descritos se pueden ilustrar con los siguientes ejemplos:

Respuesta a la pregunta 1: *"En mi opinión el cambio que tuvo la papa es químico (C) porque el agua oxigenada contiene peróxido de hidrogeno el cual es absorbido por la papa (D), cambiando las moléculas de la papa (D), además doy un ejemplo, la papa sin el agua oxigenada puede ser consumida pero con el agua oxigenada puede ser nociva para la salud debido al cambio atómico que posee(D)"* se puede precisar en esta respuesta el uso de modelo incoherente porque a pesar de usar términos como "molécula", "peróxido de hidrógeno"; realmente no llega a explicar el cambio dado; el texto no tiene coherencia global, el ejemplo que usa "la papa sin el agua oxigenada puede ser consumida pero con el agua oxigenada puede ser nociva para la salud debido al cambio atómico que posee" tiene carácter ilustrativo pero no está razonado ni relacionado con la pregunta; en cuanto al modelo representacional, aunque la estudiante usa algunos términos de orden submicroscópico, realmente no basa su explicación en ellos, pero tampoco intenta explicar el fenómeno desde lo observable, así que esta respuesta no se puede categorizar dentro de ninguno de los modelos representacionales.

Respuesta a la pregunta 8: *"Si, según mi observación saque algunas suposiciones y es que al agregar el agua oxigenada, los átomos se modificaron, obteniendo aumento en el número de electrones, protones y electrones provocando que los átomos se agruparan mas creando una espuma observada durante la experimentación".* A pesar que la pregunta requiere de una explicación submicroscópica la estudiante solo usa los términos "átomos", "electrones", "protones" para ilustrar el evento observado "formación de espuma";

explicando que la espuma formada se debe a la agrupación de átomos; la estudiante en su respuesta no interpreta el fenómeno submicroscópico, pues le atribuye características macroscópicas a los átomos "*se agruparon formando espuma*" por lo tanto esta respuesta se caracteriza dentro de modelo cocina y a su vez dentro del modelo representacional macroscópico.

Cuando se le pide a la estudiante representar mediante dibujos, diagramas, símbolos o formulas lo que cree que ocurrió con átomos, moléculas, electrones y enlaces químicos en la experiencia realizada; ella realiza la siguiente ilustración.

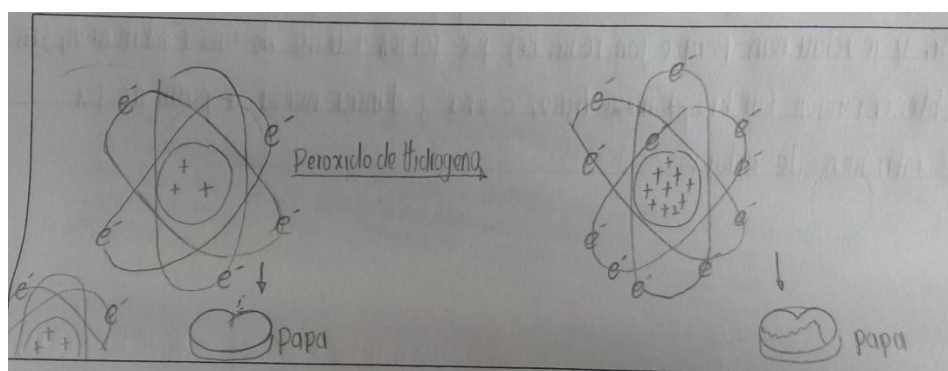


Figura 2 Representación del proceso submicroscópico E1

En esta se observa una representación que no tiene relación con el proceso ocurrido, que no explica el fenómeno y que no es congruente en su razonamiento con lo sucedido a las partículas subatómicas; este modelo de ninguna manera explica el cambio químico a nivel submicroscópico, por lo tanto se caracteriza dentro del modelo teórico incoherente; en cuanto a la representación dada, esta no tiene relación con el cambio ocurrido, por tanto no se puede ubicar dentro de ningún modelo representacional.

Al responder la pregunta ¿Si en lugar de usar peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) usáramos alcohol antiséptico, crees que ocurriría lo mismo? Explica amplia y claramente tu respuesta E1 responde "*no, porque el cambio de las moléculas es diferente, obtienen diferentes reacciones por lo cual el resultado no va a ser el mismo, además también depende de la superficie en la que se coloque a sustancia, por ejemplo en el caso de la papa con agua oxigenada se formó espuma, en cambio si hubiéramos aplicado*

alcohol tal vez no hubiera sucedido lo mismo..." en esta respuesta la estudiante usa términos como molécula o sustancia, sin embargo no hay una explicación coherente ni macroscópica, ni submicroscópica del fenómeno propuesto, solo una serie de ideas que no están concatenadas adecuadamente.

4.1.1.1.2 Niveles argumentativos

En este caso se caracterizaran los modelos explicativos en 7 preguntas del instrumento diagnostico inicial; la pregunta donde se pide hacer una representación mediante dibujos, diagramas... de lo ocurrido, es descartada en esta parte del análisis.

De las 7 declaraciones de E1, 6 se ubican en el nivel 1 y 1 se ubica en el nivel dos; por ejemplo en la respuesta de E1 a la pregunta ¿Crees que exista alguna diferencia entre "ecuación Química" y "reacción química"? De ser así en la experiencia anterior ¿cuál de las dos ocurrió? ella responde *"En mi opinión si hay diferencia, en la papa surgió una reacción química (C) porque esta surge a partir de los cambios atómicos de una sustancia al mezclar un componente, tener una sustancia específica, es decir es el comportamiento inesperado de la mezcla de estos componentes. en cambio con una ecuación es un cambio específico que se da al combinar elementos precisos dando origen a un nuevo compuesto"*; Esta respuesta de la estudiante se ubica en el nivel 1 ya que da una conclusión *"En mi opinión si hay diferencia, en la papa surgió una reacción química"* suministra algunos datos de lo que ella conoce sobre las reacciones químicas como *"surge a partir de los cambios atómicos de una sustancia al mezclar un componente"* pero ninguno de estos datos permite justificar su conclusión a la cuestión planteada.

Al responder la pregunta ¿En el proceso realizado ocurrió un cambio físico o químico?

Explica amplia y claramente tu respuesta E1 responde *"En mi opinión el cambio que tuvo la papa es químico (C) porque el agua oxigenada contiene peróxido de hidrogeno el cual es absorbido por la papa (D), cambiando las moléculas de la papa (J), además doy un ejemplo, la papa sin el agua oxigenada puede ser consumida pero con el agua oxigenada puede ser nociva para la salud debido al cambio atómico que posee(D)"* en este caso presenta una conclusión y presenta datos *"porque el agua oxigenada contiene peróxido de hidrogeno el cual es absorbido por la papa"* esos datos permiten hacer una justificación *"cambiando las moléculas de la papa"* que aunque no es sólida, alcanza para que el lector

comprenda que el cambio químico que la estudiante sugiere se da gracias a un cambio molecular; a presentar conclusión, datos y justificación esta declaración es de nivel dos.

4.1.1.2 Estudiante 2 (E2)

4.1.1.2.1 Modelos explicativos usados

En sus 8 declaraciones se caracterizaron los 3 modelos teóricos (incoherente, mecano, cocina); el modelo incoherente en 2 ocasiones, el modelo cocina en 5 ocasiones, y el modelo mecano en 1 ocasión; También se analizó el uso de modelos representacionales en sus 9 declaraciones, encontrando que usa el modelo proposicional macroscópico en 6 ocasiones, el modelo icónico modal en 1 ocasión y en 1 declaración no es posible identificar el tipo de modelo representacional que usa; estos hallazgos se ilustran a continuación:

Por ejemplo la respuesta de E2 a la pregunta ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta: *"Si porque para que haya aparecido la espuma en la superficie de la papa probablemente los elementos de los compuestos se reagruparon por enlaces bien sea por la atracción entre los átomos o la unión de electrones"*; esta declaración se puede catalogar dentro de modelo incoherente, aunque use terminología submicroscópica *"los elementos de los compuestos se reagruparon por enlaces" "atracción entre los átomos o la unión de electrones"* y le concede propiedades macroscópicas a las partículas subatómicas ya que indica que la "aparición de espuma" se debe al agrupamiento de las partículas; además el texto no tiene una coherencia adecuada y no presenta equilibrio entre los eventos macroscópicos y submicroscópico.

A responder la pregunta ¿Si realizáramos una experiencia diferente, por ejemplo dejar un clavo de hierro a la intemperie por varios días ¿Que ocurriría con el clavo? ¿el cambio ocurrido será físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta. E2 escribe lo siguiente *"Al clavo le ocurriría un cambio físico porque probablemente quedaría*

recubierto de óxido, es decir ocurriría un cambio de color al estar expuesto a factores como el sol, el agua y el aire"

Esta declaración se caracteriza dentro del modelo cocina puesto que el discurso se construye a partir de datos observados; en este caso la estudiante da un ejemplo que parte desde su experiencia; en la redacción de E2 para esta pregunta predomina la terminología macroscópica.

El uso de modelo teórico mecano e icónico modal se puede ilustrar cuando a la estudiante se le pide representar mediante dibujos, diagramas, símbolos o formulas lo que cree que ocurrió con átomos, moléculas, electrones y enlaces químicos en la experiencia realizada

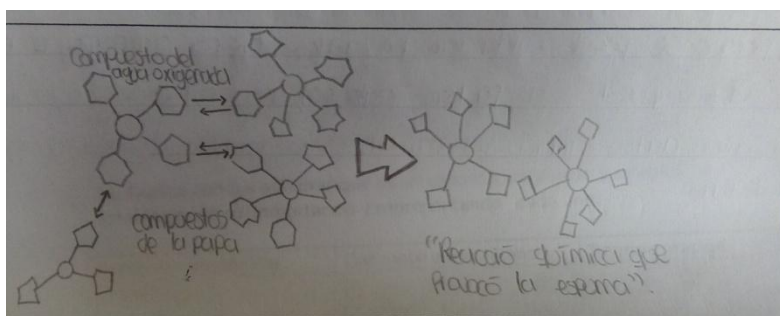


Figura 3. Representación del proceso submicroscópico E2

Como se puede observar sus representaciones presentan relación con el fenómeno descrito ya que mediante diagramas de bolas muestra que hay unas moléculas que interactúan con otras para formar unas diferentes; en este caso ella está representando el fenómeno sin recurrir a lo observable.

4.1.1.2.2 Niveles argumentativos

De las 7 preguntas analizadas se pueden caracterizar para E2 5 declaraciones en el nivel 1 y 2 declaraciones en el nivel 2; esta caracterización se muestra con los siguientes ejemplos:

Al responder la pregunta ¿En el proceso realizado ocurrió un cambio físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta, la respuesta de E2:

"Ocurrió un cambio químico(C) ya que al agregar el agua oxigenada le salió espuma a la superficie de la papa (D) debido a que los componentes de la papa reaccionaron con los componentes del agua oxigenada (J); la parte de la papa en la que se aplicó mas solución, le salió mas espuma además las papas tomaran un tono rojizo muy tenue más intenso en el que se aplicó mas sustancia(D)".

En esta respuesta ella concluye que "ocurrió un cambio químico" y para explicar su conclusión suministra los datos que para ella explican este suceso "... le salió espuma a la superficie de la papa" para luego justificar que para que haya un cambio químico debe haber unos "componentes" que reaccionen " los componentes de la papa reaccionaron con los componentes del agua oxigenada" , si bien la justificación no es sólida debido a que la estudiante no hace claridad sobre la razón por la cual los componentes de una sustancia reaccionarían con los de otra; es claro que hay una relación entre lo que concluye y lo que justifica.

Al responder a pregunta ¿Si en lugar de usar peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) usáramos alcohol antiséptico, crees que ocurriría lo mismo? Explica amplia y claramente tu respuesta E2 declara: *No porque el cambio de las moléculas es diferente tienen diferentes reacciones, el resultado no va a ser el mismo(C) también depende de la superficie en la que se coloca la sustancia por ejemplo en el caso de la papa con agua oxigenada se forma espuma en cambio si hubiéramos aplicado alcohol tal vez no habría sucedido lo mismo porque los cambios de sustancia influye mucho en el resultado o en la modificación de las moléculas*" Si bien presenta una afirmación " *No porque el cambio de las moléculas es diferente tienen diferentes reacciones, el resultado no va a ser el mismo*" y presenta unos datos empíricos "*depende de la superficie en la que se coloca la sustancia por ejemplo en el caso de la papa con agua oxigenada se forma espuma*" estos datos no dan sustento a su afirmación inicial por lo tanto se considera esta declaración en un nivel 1 de argumentación.

4.1.1.3 Estudiante 3 (E3)

4.1.1.3.1 Modelos explicativos usados

En las 8 declaraciones analizadas E3 usa 3 de los modelos explicativos: interactivo

en una ocasión, cocina en 6 ocasiones e incoherente en 1 ocasión.

Modelo interactivo: A la pregunta ¿En el proceso realizado ocurrió un cambio físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta. E3 responde "*Físico y químico (C). Físico porque se nota un cambio visible en la papa y químico porque los átomos de la papa reaccionaron frente a los compuestos del agua oxigenada(J), creando otra sustancia que se pudo observar en la superficie de la papa (D)*"

En esta declaración se aprecia una relación coherente entre términos submicroscópicos "*los átomos de la papa reaccionaron frente a los compuestos del agua oxigenada*" y términos macroscópicos "*creando otra sustancia que se pudo observar en la superficie de la papa*", aunque los ejemplos usados son empíricos y no teóricos, se puede apreciar equilibrio entre los dos modelos.

Modelo cocina: Al representar mediante dibujos, diagramas, símbolos o formulas lo que cree que ocurrió con átomos, moléculas, electrones y enlaces químicos en la experiencia realizada E3, realiza la siguiente representación:

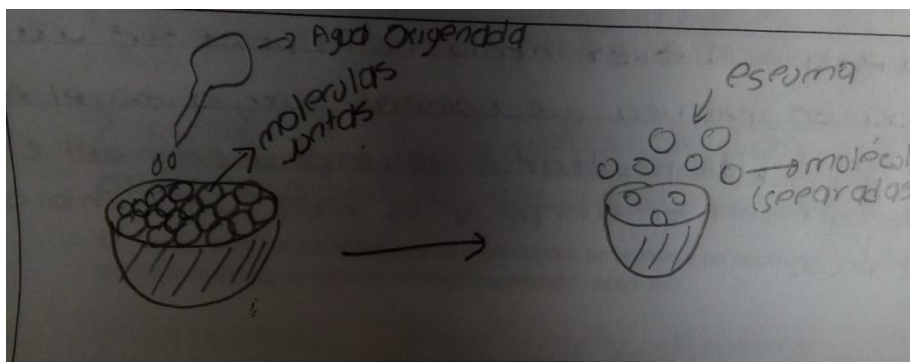


Figura 4. Representación del proceso submicroscópico E3

Aunque no es declarativa, esta respuesta da cuenta de el modelo explicativo macroscópico ya que representa lo que observó: un trozo de papa con "espuma" en su superficie y en su dibujo se advierte la atribución de propiedades macroscópicas a las moléculas, asumiendo que si estas se juntan se forma de "espuma"; esta representación se puede catalogar como proposicional macroscópico.

Modelo Incoherente: A la pregunta ¿Si en lugar de usar peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) usáramos alcohol antiséptico, crees que ocurriría lo mismo? Explica amplia y claramente tu respuesta, E3 responde "*No porque el alcohol trae otro tipo de sustancias y le daría un tipo de reacción diferente a la papa que el que ocurrió con el agua oxigenada*". En esta respuesta no se advierte terminología macroscópica ni submicroscópica, el texto global no presenta coherencia y no explica lo que se le está preguntando; en cuanto al modelo representacional se puede decir que esta declaración no puede ser categorizada en ninguno de los modelos planteados.

4.1.1.3.2 Niveles argumentativos

En E3 se caracterizaron el nivel 1 con 6 declaraciones y el nivel 2 con 1 declaración; para demostrar esta categorización se toman los siguientes ejemplos:

A la pregunta ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta. E3 responde "*Yo creo que sí, ya que estas partículas se agrupan en forma de espuma abundante, como electrones que hacen cambiar a forma y temperatura*". Esta declaración solo presenta afirmaciones sin relación entre si lo que permite ubicarla en el nivel 1

En cuanto al nivel 2, la respuesta a la pregunta sobre el tipo de cambio ocurrido es "*Físico y químico (C). Físico porque se nota un cambio visible en la papa y químico porque los átomos de la papa reaccionaron frente a los compuestos del agua oxigenada(J), creando otra sustancia que se pudo observar en la superficie de la papa (D)*". En este caso presenta una afirmación "*Físico y químico*" y presenta una justificación que aunque son poco sólida permiten apoyar la afirmación "*los átomos de la papa reaccionaron frente a los compuestos del agua oxigenada*" además presenta un dato empírico que sirve como respaldo de la justificación "*creando otra sustancia que se pudo observar en la superficie de la papa*"

4.1.1.4 Estudiante 4 (E4)

4.1.1.4.1 Modelos explicativos usados

En E4 se caracterizaron los siguientes modelos explicativos: El modelo cocina en 5

ocasiones, el modelo incoherente en 3 ocasiones.

Por ejemplo la declaración: *"No creo que ocurra exactamente lo mismo (C) ya que el alcohol es un componente muchísimo más fuerte que el agua oxigenada (J) el cual es notorio en el olor (D), pienso que si se utilizara el alcohol el cambio de la papa sería más notorio sin producirse espuma"* La estudiante recurre a datos empíricos para explicar el fenómeno y su respuesta se basa en fenómenos macroscópicos, por eso se categorizó en el modelo cocina.

La respuesta a la pregunta ¿Crees que para que haya una oxidación siempre debe haber oxígeno? Argumenta tu respuesta. de E4 es *"porque el oxígeno es el principal componente para que haya una oxidación como lo podemos ver con el hierro, en donde se formará un óxido ferroso"* esta declaración se caracteriza dentro de modelo incoherente ya que no hay una explicación razonable del cambio químico y el ejemplo que usa no está relacionado con la afirmación principal de su respuesta, así que el texto no presenta coherencia global.

4.1.1.4.2 Niveles argumentativos

En E4 se caracterizaron 6 declaraciones con nivel 1 y 1 declaración que se puede categorizar como de nivel 2; por ejemplo.

Nivel 1: Al responder si el proceso realizado entre el trozo de papa y el agua oxigenada es físico o químico E4 responde *"El proceso realizado es químico ya que cuando se le aplican las gotas del agua oxigenada en la papa se puede observar cómo se genera la espuma en las dos mitades de manera que al absorberse podemos notar un cambio en la estructura interna en medio de su color"* en esta respuesta hay una conclusión clara *"El proceso realizado es químico"* en el resto de la respuesta E4 suministra datos como *"se genera la espuma en las dos mitades"* *"podemos notar un cambio en la estructura interna en medio de su color"*; aquí presenta una conclusión y aunque trata de justificar, los datos que usa para dicho cometido no tienen relación con la conclusión, por esa razón se ubican en el nivel 1.

Nivel 2: cuando responde si cree que ocurriría lo mismo con alcohol antiséptico: *"No creo que ocurra exactamente lo mismo ya que el alcohol es un componente muchísimo más fuerte que el agua oxigenada (J) el cual es notorio en el olor, pienso que si se utilizara el alcohol el cambio de la papa sería más notorio sin producirse espuma"*. La estudiante

presenta una afirmación *"No creo que ocurra exactamente lo mismo ya que el alcohol es un componente muchísimo más fuerte que el agua oxigenada"* y unos datos empíricos *"es notorio en el olor"* , aunque los datos no son sólidos para apoyar la afirmación, según a escala de Osborne (2014), cuando se presenta una afirmación y a menos un dato, la declaración puede ser catalogada como de nivel 2.

4.1.1.5 Estudiante 5 (E5)

4.1.1.5.1 Modelos explicativos usados

E5 no respondió una de las preguntas, por tanto en sus 7 declaraciones se caracterizo el modelo cocina en 5 ocasiones y el modelo incoherente en 2 ocasiones; la estudiante recurre a descripciones a partir de datos empíricos o procesos observables, en cuanto a nivel de representación usa el modelo macroscópico en 5 ocasiones y en 3 ocasiones sus respuestas no pueden ser categorizadas dentro de ningún modelo.

4.1.1.5.2 Niveles argumentativos

Las 6 declaraciones de E5 se ubican en el nivel 1 de argumentación; en todas ellas presenta solo afirmaciones, sin datos o justificaciones que las puedan apoyar:

Cuando se le pregunta si el proceso ocurrido es físico o químico E5 responde *"Un cambio físico (C) porque hubo una reacción cuando el agua oxigenada tuvo contacto con la papa, así formando este cambio, no es físico porque la papa sigue teniendo su misma forma y textura"*; en este texto la estudiante presenta una opinión sobre lo sucedido y aunque intenta justificarla, realmente lo único que suministra son datos que en nada respaldan su conclusión inicial; otro ejemplo de nivel argumentativo 1 es la respuesta de E5 cuándo se le preguntó si ocurriría lo mismo si en lugar de usar alcohol antiséptico se usara agua oxigenada: *"Sí porque el peróxido de hidrógeno es un antiséptico y el alcohol antiséptico igual (C)"*, por lo tanto tienen la misma sustancia pero con diferente cantidad de peróxido de hidrógeno", en esta respuesta la estudiante muestra una conclusión pero no muestra ningún tipo de apoyo que ayude a justificarla.

4.1.1.6 Estudiante 6 (E6)

4.1.1.6.1 Modelos explicativos usados

E6 usa el modelo cocina en 4 ocasiones y el modelo incoherente en 4 ocasiones:

Por ejemplo al responder ¿Si en lugar de usar peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) usáramos alcohol antiséptico, crees que ocurriría lo mismo? Explica amplia y claramente tu respuesta *"No, el peróxido de hidrógeno lo cual provoca la espuma, en cambio el alcohol es más líquido y lo que hace es desinfectar provocando que la superficie saliera líquida"* su explicación recurre a datos netamente empíricos y aunque usa alguna descripción macroscópica, se caracteriza como modelo incoherente ya que ninguna de las afirmaciones que presenta tiene relación con la otra.

4.1.1.6.2 Niveles argumentativos

La estudiante E6 presenta sus 7 declaraciones en nivel 1, en ellas presenta afirmaciones sin datos que las respalden, o si presenta datos estos no tienen relación con la afirmación:

"Ocurriría un cambio químico porque físico no lo haría cambiar la forma ni su estructura además con el cambio de clima en especial a la intemperie podría ocurrir un cambio químico"; la declaración solo presenta afirmaciones *" Ocurriría un cambio químico"* *"físico no lo haría cambiar la forma ni su estructura"* que no están concatenadas coherentemente una con la otra, al no haber datos o justificaciones que respalden la afirmación , esta declaración se categoriza en el nivel 1 de argumentación.

A continuación se presenta un análisis global sobre los modelos explicativos y niveles argumentativos caracterizados a partir del instrumento I.

Análisis preliminar para los modelos explicativos caracterizados en el momento inicial

A partir de la categorización ilustrada previamente, se construye la tabla No. 9 en la cual se aprecia de manera ordenada la frecuencia con la que cada estudiante uso cada modelo explicativo. En este caso de 47 declaraciones realizadas en el momento inicial, el mayor número (29 declaraciones que corresponden al 63%) se concentra en el modelo denominado por Solsona e Izquierdo (1999) como Modelo Cocina; según estas autoras este modelo se caracteriza por un nivel de explicación macroscópico donde se recurre a ejemplos empíricos, como se ilustró en el análisis previo donde las declaraciones categorizadas en este modelo recurren a la descripción de los fenómenos observados y a la relación de dichos fenómenos con experiencias previas derivadas de sus vivencias

cotidianas; estos hallazgos coinciden con Aragón Et al. (2012) quienes en un estudio de la evolución de los modelos explicativos en torno a cambio químico, encontraron que la mayoría de los estudiantes usa el modelo proposicional macroscópico; que procede de la realidad observable; según estas autoras este modelo es el más *"evidente" e "intuitivo"* (p. 17); entre tanto Solsona e Izquierdo (1999) aseguran que la modelación macroscópica muestra como *"dudosa"* la concepción de cambio químico; sumado a esto Vallejo (2017) explica la recurrencia a la modelación macroscópica considerándola como el resultado obvio de nuestra relación cotidiana e interacción sensorial con los procesos químicos, asegurando que *"los estudiantes no son conscientes de que el mundo observable, se encuentra estructurado a partir de partículas microscópicas o submicroscópicas"* (p.18-19).

En los resultados se puede apreciar también un porcentaje considerable de declaraciones categorizadas dentro de modelo incoherente; es decir que en un 35% de las declaraciones no se llegó a explicar realmente el cambio químico, los textos categorizados en este modelo carecen de coherencia global sin usar definidamente una terminología ni macroscópica ni submicroscópica, esta situación se constituye un obstáculo en el aprendizaje ya que las estudiantes a pesar de ser de grado décimo no están integrando adecuadamente los contenidos; este hallazgo coincide con las declaraciones de Órdenes & Camacho (2017) quienes aseguran que *"los modelos explicativos escolares, en su mayoría presentan una deficiente integración de contenido teórico, acorde al nivel de escolaridad en que se encuentran los estudiantes"* (p. 4).

En la primera etapa el modelo mecano tuvo solo 1 aparición de 47 posibles, en este caso la estudiante realizó la modelación del fenómeno a partir de eventos submicroscópicos; según Solsona e Izquierdo (1999) el uso exclusivo de terminología submicroscópica en una explicación del cambio químico da cuenta que el estudiante no ha adquirido el concepto científicamente aprobado ya que no se puede ignorar a química de los procesos macroscópicos, para estos autores es deseable la búsqueda del modelo interactivo que indica que el estudiante a interiorizado el concepto científicamente aprobado de cambio químico.

Tabla 9. Modelos explicativos categorizados en el momento 1

Estudiante	Número de ocasiones en que uso cada modelo				Número total de declaraciones
	Modelo Incoherente	Modelo Cocina	Modelo Mecano	Modelo interactivo	
E1	4	4	0	0	8
E2	2	5	1	0	8
E3	1	6	0	0	8
E4	3	5	0	0	8
E5	2	5	0	0	7*
E6	4	4	0	0	8
Total	16	29	1	0	47

*No respondió una pregunta

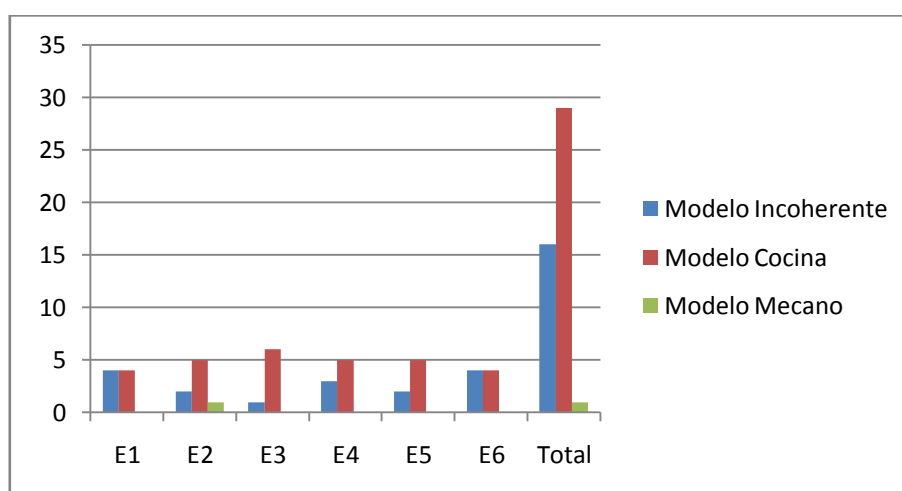


Figura 5. Modelos explicativos usados por cada estudiante momento 1

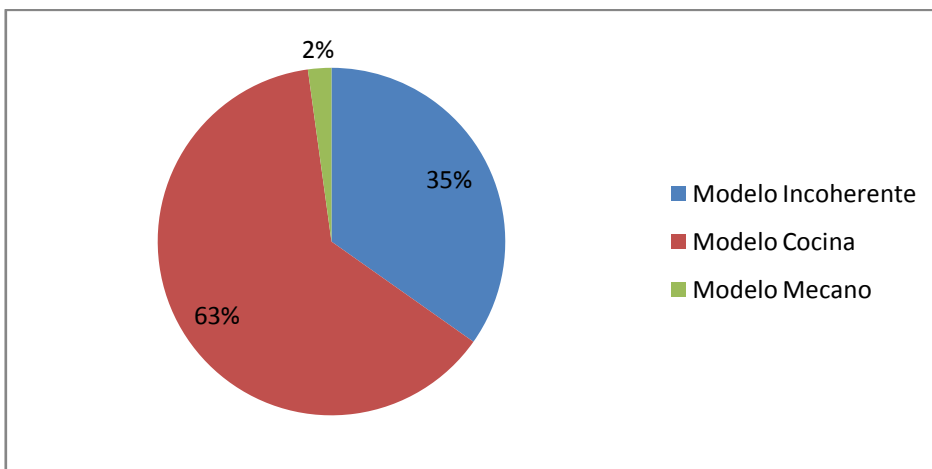


Figura 6. Modelos explicativos categorizados en el momento 1

Análisis preliminar para los niveles argumentativos en el momento inicial

A partir de la categorización realizada previamente, se construyen la tabla No. 10 y figuras 7 y 8 en las cuales se aprecia de manera ordenada la frecuencia con la que cada estudiante se ubicó en cada nivel argumentativo. En este caso la mayoría de declaraciones, 36 de 41 posibles, se construyeron con el nivel argumentativo más bajo; si se revisa la caracterización es posible detectar que en estas declaraciones por lo general cortas y poco profundas tienen una afirmación pero al momento de respaldarla los datos o justificaciones usados no dan soporte; la razón de esto puede ser que las estudiantes deben generar sus declaraciones a partir de modelos explicativos alejados de los modelos científicos aceptados ; sin embargo esta situación va en contravía con lo que se espera en cuanto a nivel argumentativo en una institución educativa que adoptó el modelo dialógico en su PEI desde el año 2009.

De las 41 declaraciones analizadas solo 5 se encuentran en el nivel argumentativo 2, esta caracterización se hizo según lo indicado por Erduran Et al. (2004) quienes en su rúbrica consideran que una argumentación de nivel 2 debe tener conclusiones y al menos datos, justificaciones; en este caso la mayoría de declaraciones de nivel 2 presenta datos que aunque no tan sólidos de cierta manera dan soporte a la afirmación inicial (ver caracterización de niveles argumentativos en cada estudiante); es de destacar además la ausencia de los niveles argumentativos más altos; en este caso ninguna de las estudiantes presenta alguna refutación en su argumento.

Tabla 10. Caracterización de los niveles argumentativos en el momento 1

	Número de ocasiones en que se caracterizó cada nivel argumentativo					Número total de declaraciones
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	
E1	6	1	0	0	0	7
E2	5	2	0	0	0	7
E3	6	1	0	0	0	7
E4	6	1	0	0	0	7
E5	6	0	0	0	0	6*
E6	7	0	0	0	0	7
Total	36	5	0	0	0	41

*No respondió una pregunta

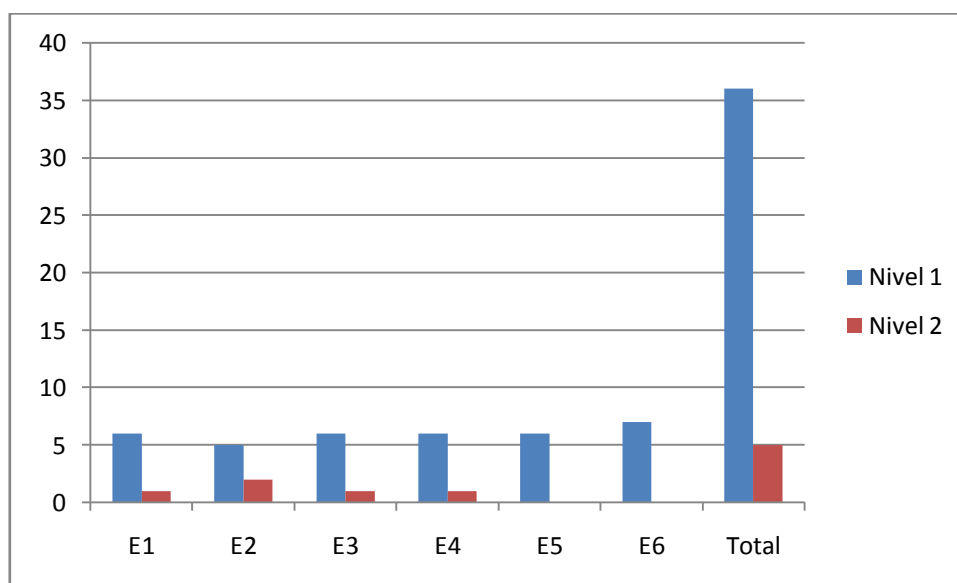


Figura 7. Niveles argumentativos caracterizados en cada estudiante momento 1

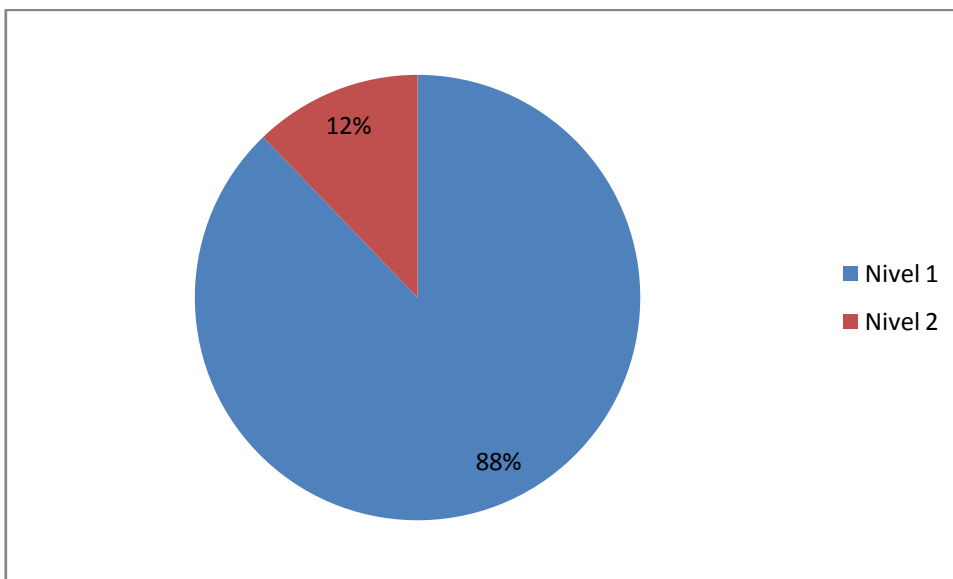


Figura 8. Niveles argumentativos caracterizados momento 1

Análisis de relación entre los niveles argumentativos y modelos explicativos en el momento1

Los modelos explicativos incoherente y cocina son considerados como los más alejados del modelos científicos aceptados; autores como Solsona e Izquierdo (1999), Vallejo (2017) Aragón Et al. (2012), coinciden en que es necesaria una modelación del cambio químico no solo basada en la realidad observable; estos aportes se usan como base para afirmar en la primera etapa de la investigación hay deficiencia en la explicación que se da a las situaciones planteadas referentes a un cambio químico tipo redox; esta deficiencia en los modelos explicativos coincide con un bajo nivel argumentativo, esto se corrobora con los siguientes datos: el 98% de las declaraciones se ubicaron en los modelos explicativos incoherente y cocina, mientras que el 88% de las declaraciones se caracterizó como de nivel argumentativo 1; este hallazgo da cuenta que las 2 categorías de investigación se presentan en la primera etapa con una relación directa; en este caso ambas en los niveles más bajos e intuitivos.

4.2 Identificación de obstáculos

El momento 1 permitió identificar una serie de obstáculos relacionados con la concepción del cambio químico, específicamente las reacciones redox y os niveles

argumentativos de las estudiantes dentro de estos obstáculos se pueden contar los siguientes:

- Las estudiantes mayoritariamente explican el fenómeno de cambio químico de manera incoherente, dando en sus declaraciones conceptos que no se concatenan entre si y que por tanto no permiten dar coherencia global a la situación que deban explicar.
- Un número significativo de estudiantes usa modelos explicativos que parten de su realidad observable y aparte de eso los usan deficientemente, lo que no les permite visualizar el cambio químico como un proceso que lleva implícitos procesos submicroscópicos.
- Se dan algunas explicaciones basadas en modelos explicativos submicroscópicos pero que de alguna manera se sustentan desde lo observable.
- Concepción de corrosión como el único fenómeno de oxidación posible.
- Concepción de los metales como únicas sustancias oxidables.
- Concepción de Oxígeno como única sustancia oxidante.
- Atribuir propiedades macroscópicas a las partículas subatómicas.
- En cuanto a argumentación las estudiantes se encuentran en los niveles más bajos, lo que va en contravía del modelo pedagógico dialógico contemplado en el SIE del Colegio Nacionalizado Femenino de Villavicencio.

4.3 Momento 2: Aplicación de la Unidad didáctica

Partiendo de los obstáculos previamente descritos se diseña la unidad didáctica que consta de 4 actividades; en cada una de ellas se hace una intervención de los modelos explicativos, mediante actividades donde se lleven a cabo procesos argumentativos (ver instrumentos de la unidad didáctica en el anexo 1); las actividades llevadas a cabo fueron las siguientes:

- Actividad No. 1: "APRENDAMOS A ARGUMENTAR COMO CIENTÍFICAS", en esta se pretende la elaboración de textos argumentativos en química, a partir de la estructura de un texto argumentativo planteada por Sarda & Sanmartí (2000), con la intención que las estudiantes mejoren su habilidad argumentativa; también se propone la modelación tanto textual como representacional del cambio químico que se da cuando se infla un *airbag* a partir de la descomposición química de Azida de sodio.
- Actividad No. 2: LAS REACCIONES QUÍMICAS Y SUS FORMAS DE REPRESENTACIÓN, en esta actividad las estudiantes realizan una lectura que les permite conocer las formas mediante las cuales se pueden representar los cambios químicos: macroscópica, submicroscópica, mediante símbolos, gráficos, dibujos, etc.; en este punto ellas pueden reconocer que cada forma de representación presenta unas bondades y que ninguna de las formas de representación excluye a las otras.
- Actividad No. 3 : TIPOS DE REACCIONES QUÍMICAS; a partir de una práctica de laboratorio grupal las estudiantes tienen la posibilidad de conocer y argumentar sobre la clasificación de las reacciones químicas teniendo en cuenta comportamientos en común.
- Actividad No. 4: REACCIONES DE OXIDO REDUCCION, después de conocer lo que es una reacción química, se plantea una comprensión a fondo de las reacciones redox, relacionándolas con el intercambio de electrones.

4.3..1 Análisis de las categorías de investigación durante la aplicación de la unidad didáctica.

En la actividad 1: Después de leer sobre la estructura planteada por las autoras Sardà y Sanmartí (2000) y la elaboración de un texto argumentativo, cada estudiante debe realizar una explicación textual sobre el tipo de cambio y una representación para la siguiente situación planteada:

Situación:

El producto utilizado para el funcionamiento de un airbag es esencialmente la azida de sodio NaN_3 , contenida en el interior del mismo. Aunque el NaN_3 es estable a temperatura ambiente, si ésta se eleva por encima de los 275°C , tiene lugar su descomposición térmica transformándose en sodio metálico y nitrógeno molecular; este nitrógeno puede inflar la estructura elástica que constituye el airbag, impidiendo el choque del conductor contra el volante o el parabrisas en el momento de la colisión.

Como resultado de esta actividad se encontraron algunas declaraciones que no explican con coherencia el cambio químico dado, por tanto se categorizaron dentro del modelo incoherente; también se encontraron declaraciones con las características del modelo mecano o submicroscópico:

Los textos de las estudiantes E1 y E2 se caracterizaron dentro del modelo mecano ya que usan terminología en su mayoría submicroscópica citando por ejemplo el "*cambio molecular*", "*descomposición del NaNO_3* " "*reordenación de átomos*", sin recurrir a los fenómenos observables. Por otra parte las declaraciones de E3, E4, E5 y E6 se caracterizaron como modelos incoherentes ya que en ellas no se evidencia una descripción del proceso químico llevado a cabo, no usan terminología ni macroscópica ni submicroscópica y además no fundamentan de manera coherente su afirmación respecto al tipo de cambio ocurrido; para ilustrar estos hallazgos se transcriben las respuestas:

E1: "*En este caso se ve reflejado un cambio químico ya que se presenta una descomposición del NaN_3 provocando que esta sustancia sea transformada a partir de la reacción a la alta temperatura aplicada, observándose el cambio molecular, es decir el cambio de sustancia que permite la activación del airbag*"

E2: "*El cambio que ocurre cuando se gestiona un airbag es químico ya que se descompone el compuesto NaN_3 dando lugar a sodio metálico y nitrógeno molecular y todo cambio químico es aquel que presenta una transformación de la estructura química o reordenación de átomos por lo anterior no puede ser un cambio físico ya que no sólo se modifican las sustancias. En conclusión es un cambio químico debido a que se da lugar a nuevas sustancias como resultado de la elevación de la temperatura el airbag se infla para evitar el choque*"

E3: *"El producto para el airbag es un proceso químico porque se producen sustancias distintas a las iniciales se produce alteración y transformación de las mismas"*

E4: *"En este caso podemos observar un cambio químico porque al inflarse el airbag a éste se le agregan sustancias las cuales impiden el choque del conductor"*

E5: *"Es un cambio físico porque él NaN_3 al exponerse a una temperatura de 275°C sus componentes se descomponen haciendo un cambio químico para este poder activar el airbag y así cumpliendo su función".*

E6: *"El producto que se utiliza azida de sodio qué cambia con la temperatura, si el calor aumenta la bolsa se abrirá, lo cual es un cambio químico, se puede ver bolsas de aire cuando ocurren accidentes En conclusión es un cambio químico qué hace inflar el objeto a la temperatura de 275°C "*

En cuanto al nivel argumentativo las declaraciones de E1, E2 y E3 fueron categorizadas en el nivel 2, las declaraciones de E4, E5 y E6 fueron categorizadas en el nivel 1:

Por ejemplo en su respuesta E2 da una afirmación: *"El cambio que ocurre cuando se gestiona un airbag es químico"*, posteriormente apoya su afirmación con un dato *"ya que se descompone el compuesto NaN_3 dando lugar a sodio metálico y nitrógeno molecular"* para posteriormente presentar una justificación que apoye su afirmación inicial *"todo cambio químico es aquel que presenta una transformación de la estructura química o reordenación de átomos"* por esa razón se categorizó como una declaración de nivel 2.

En cuanto al nivel 1, a respuesta de E4 servirá para ilustrar como se hizo dicha categorización ya que presenta una afirmación *"En este caso podemos observar un cambio químico"* y aunque intenta apoyar su afirmación con el siguiente dato: *"porque al inflarse el airbag a éste se le agregan sustancias las cuales impiden el choque del conductor"*, es claro que el dato suministrado no guarda relación con la afirmación, por eso fue categorizada como una declaración de nivel 1.

En cuanto a las representaciones sobre la situación propuesta, se encontró que las de las estudiantes E1 y E2 se ajustan al modelo interactivo por presentar la situación macroscópica y la situación submicroscópica en un mismo proceso:

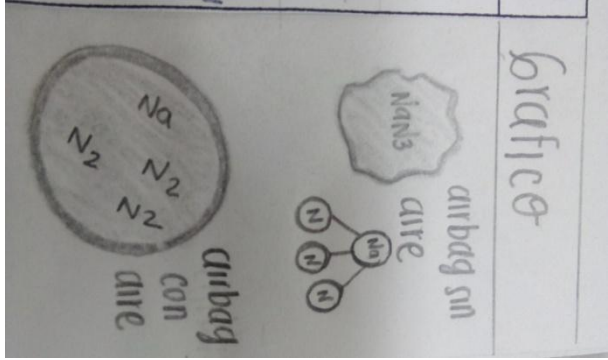
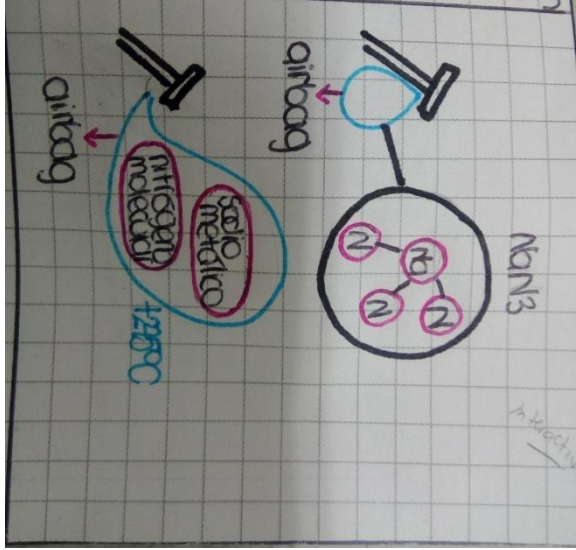
E1	E2
	

Figura 9. Ilustraciones sobre el proceso químico ocurrido en un airbag

Por otra parte las representaciones de E3, E4 y E5 se categorizaron en el modelo cocina ya que muestran solo fenómenos observables:

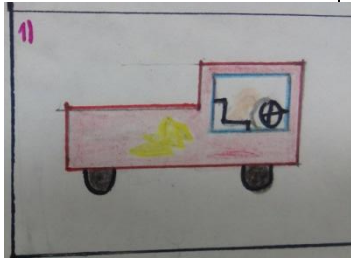
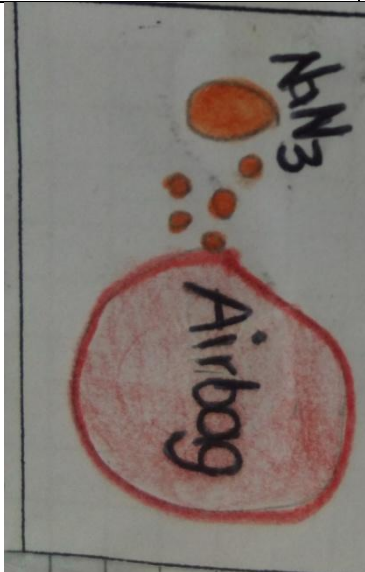
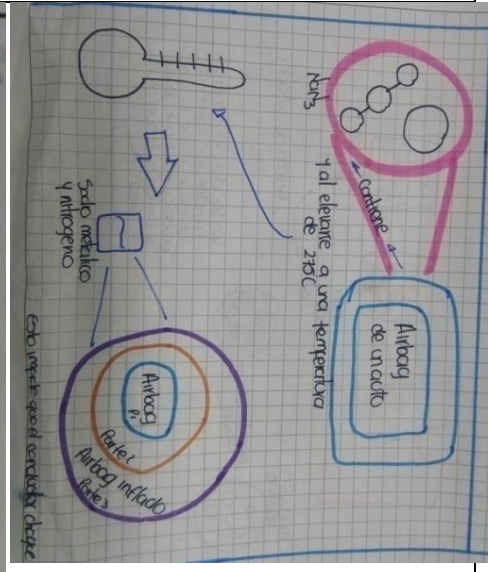
E3	E4	E5
		

Figura 10. Ilustraciones sobre el proceso químico ocurrido en un airbag E3, E4, E5

Por su parte la representación de E6 se caracterizó como incoherente teniendo en cuenta que al observarla no da ningún indicio sobre la situación planteada:

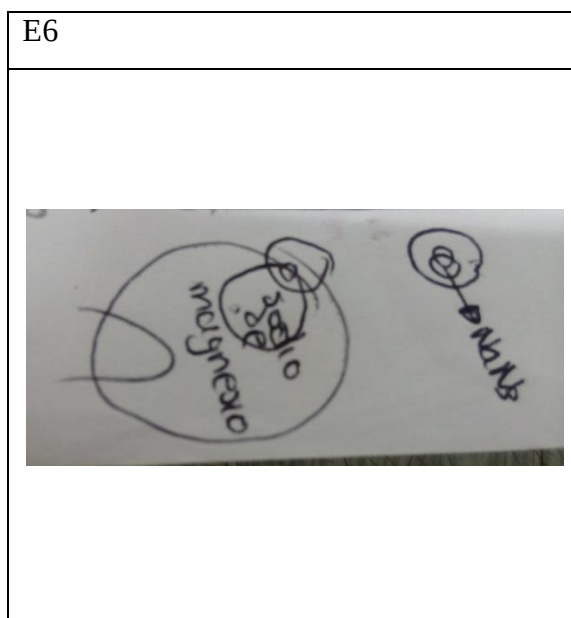


Figura 11. Ilustración sobre el proceso químico ocurrido en un airbag E6

El análisis de la actividad 1 se condensa en la tabla 11 donde se puede observar la aparición del modelo interactivo y el modelo mecano en dos ocasiones cada uno, a diferencia del momento 1, donde este modelo no fue caracterizado y el modelo mecano solo se uso una vez; en este punto de la investigación es posible corroborar el cambio positivo de as dos categorías de investigación.

Tabla 11. Categorías de investigación en la etapa 2

Estudiante	Modelo explicativo al que se ajusta su declaración	Modelo explicativo al que se ajusta su representación	Nivel argumentativo
E1	Mecano	Interactivo	Nivel 2
E2	Mecano	Interactivo	Nivel 2
E3	Incoherente	Cocina	Nivel 2
E4	Incoherente	Cocina	Nivel 1
E5	Incoherente	Cocina	Nivel 1
E6	Incoherente	Incoherente	Nivel 1

4.4 Momento 3: Cierre del proceso

Una vez aplicada la unidad didáctica, después de cuatro semanas, se realizó, por segunda vez, la aplicación del instrumento usado en el momento 1. Con esto, se busca identificar los modelos explicativos con los que las estudiantes abordan el concepto, luego de la aplicación de la unidad didáctica. Además, se identifican los niveles de argumentación y los cambios que se pudieron dar en ambas categorías después de la intervención didáctica.

4.4.1 Identificación de los modelos explicativos y niveles argumentativos

El momento final de recolección de datos permite analizar las categorías de investigación después de haber aplicado la unidad didáctica; a continuación se presenta el análisis para cada una de las 6 estudiantes que conformaron la muestra de análisis; en este caso respondieron las 8 preguntas del instrumento I.

4.4.1.1 Estudiante 1 (E1)

4.4.1.1.1 Modelos explicativos caracterizados

E1 en las 8 declaraciones analizadas presenta 6 caracterizadas en el modelo interactivo y 2 declaraciones en el modelo incoherente; por ejemplo:

Al responder ¿En el proceso realizado ocurrió un cambio físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta, E1 escribe "*Químico porque al agregarle agua oxigenada a la papa género una reacción en las moléculas de la misma y esto se debe a una particularidad en la composición del agua oxigenada produciendo catalasa qué es lo que actúa sobre las moléculas de la papa, la espuma es evidencia de este cambio, claro está que si se le quita la espuma a la papa queda como si no hubiera ocurrido ninguna reacción, estos procesos son de continua observación para poder asegurar que son químicos*".

Aunque presenta errores conceptuales como "*produciendo catalasa*". En la declaración de E1 se puede encontrar terminología macroscópica "*la espuma es evidencia de este cambio*" y terminología submicroscópica "*...género una reacción en las moléculas de la misma y esto se debe a una particularidad en la composición del agua oxigenada*", los dos tipos de terminología se organizan coherentemente para explicar el cambio ocurrido; en este caso el modelo carece de ejemplos teóricos para hacerlo más completo.

Al responder si cree que ocurriría lo mismo si en lugar de usar peróxido de hidrogeno se usara alcohol antiséptico, E1 declara: *"No porque el alcohol antiséptico tiene componentes diferentes al agua oxigenada es decir que la reacción que genera esta sustancia es diferente en estas moléculas provocando otro tipo de reacción, como ejemplo puedo decir que cuando tenemos una herida es diferente usar agua oxigenada que alcohol aunque ambas cumplen a misma función desinfectante y tengan algunas características similares se puede ver cómo reaccionan diferente"*. Esta declaración se categoriza dentro del modelo interactivo ya que la estudiante recurre a terminología macroscópica *"cuando tenemos una herida es diferente usar agua oxigenada que alcohol aunque ambas cumplen a misma función desinfectante"* y submicroscópica *"componentes diferentes..." reacción que genera esta sustancia es diferente en estas moléculas"* aunque la explicación tiene solidez mediana, se puede decir que está estructurada de manera coherente y se puede deducir que la estudiante comprende que mas allá de la sustancia observada hay unos componentes que rigen su comportamiento.

Al terminar el proceso de intervención la estudiante E1 aún presenta declaraciones que se pueden categorizar dentro del modelo incoherente: por ejemplo con la respuesta a la pregunta *¿Crees que para que haya una oxidación siempre debe haber oxígeno? Argumenta tu respuesta.* *"No, en un principio se consideraba que siempre era necesaria la presencia de oxígeno, de ahí recibe el nombre actual "oxidación" pero después se descubrió que no era así dando paso a las ecuaciones de óxido reducción donde uno dona electrones y el otro recibe siendo así el donador el elemento oxidado y el que recibe el agente oxidante"*; En este caso la estudiante no explica el cambio químico "oxidación" en función de la presencia o ausencia de oxígeno y a pesar que usa terminología submicroscópica *"uno dona electrones y el otro recibe"* no hay coherencia global en el texto y a terminología no se puede catalogar como macroscópica o submicroscópica, lo que no permite extraer una respuesta a lo que se le está preguntando.

4.4.1.1.2 Niveles argumentativos caracterizados

Para E1 en el tercer momento de la investigación se caracterizaron tres niveles de argumentación: Nivel 1 en una ocasión, nivel 2 en 4 ocasiones y nivel 3 en dos ocasiones; a

continuación se muestran algunos ejemplos de la caracterización realizada.

Declaraciones caracterizadas en nivel 3: *"No porque el alcohol antiséptico tiene componentes diferentes al agua oxigenada es decir que la reacción que genera esta sustancia es diferente en estas moléculas provocando otro tipo de reacción, como ejemplo puedo decir que cuando tenemos una herida es diferente usar agua oxigenada que alcohol aunque ambas cumplen a misma función desinfectante y tengan algunas características similares se puede ver cómo reaccionan diferente"*

En su declaración E1 presenta una afirmación respecto a si sería lo mismo usar alcohol antiséptico que agua oxigenada: presenta una afirmación *"La reacción que genera esta sustancia es diferente en estas moléculas provocando otro tipo de reacción"*, una justificación *"porque el alcohol antiséptico tiene componentes diferentes al agua oxigenada"* y presenta una refutación débil *"aunque ambas cumplen la misma función desinfectante y tengan algunas características similares"*

También se caracterizó en el nivel 3 la respuesta: *"Químico(C) porque al agregarle agua oxigenada a la papa generó una reacción en las moléculas de la misma (J) y esto se debe a una particularidad en la composición del agua oxigenada produciendo catalasa que es lo que actúa sobre las moléculas de la papa (D), la espuma es evidencia de este cambio(J), claro está que si se le quita la espuma a la papa queda como si no hubiera ocurrido ninguna reacción (R), estos procesos son de continua observación para poder asegurar que son químicos(J)"*.

En esta respuesta la estudiante concluye que ocurrió un cambio *"químico"* justificando dicho cambio con eventos a nivel molecular y con eventos macroscópicos *"al agregarle agua oxigenada a la papa generó una reacción en las moléculas de la misma"*, respaldando sus justificaciones con algunos datos de lo que ella conoce sobre la reacción química que se llevó a cabo *"produciendo catalasa que es lo que actúa sobre las moléculas de la papa"*; adicionalmente en la producción textual de la estudiante también se puede constatar una refutación *"si se le quita la espuma a la papa queda como si no hubiera ocurrido ninguna reacción"* que aunque débil permite tener otra visión hacia lo que se puede concluir de la pregunta.

Las otras declaraciones de E1 se ubican en el nivel 2, todas presentan una afirmación y al menos datos y/ o justificaciones, por ejemplo al responder ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta. E1 declara: *"Si porque estas partículas subatómicas se encuentran en los átomos los cuales reaccionan al mantener contacto con el agua oxigenada y las moléculas de la papa, generando en esta forma la espuma blanca que se observó en el experimento"*; ella afirma que "si" hubo participación de partículas subatómicas, presentando una justificación *"estas partículas subatómicas se encuentran en los átomos los cuales reaccionan..."* y además un dato que respalda su justificación *"generando... la espuma blanca que se observó en el experimento"*

4.4.1.2 Estudiante 2 (E2)

4.4.1.2.1 Modelos explicativos usados

En sus 8 declaraciones se caracterizaron los 4 modelos teóricos (incoherente, mecano, cocina, interactivo); el modelo incoherente en 1 ocasión, el modelo cocina en 2 ocasiones, el modelo mecano en 4 ocasiones y emerge el modelo interactivo en 1 ocasión; También se analizó el uso de modelos representacionales en sus 8 declaraciones, encontrando que usa el modelo proposicional macroscópico en 6 ocasiones, el modelo icónico modal en 1 ocasión y en 2 declaraciones no es posible identificar el tipo de modelo representacional que usa; estos hallazgos se ilustran a continuación:

Modelo mecano: Al responder si el cambio ocurrido es físico o químico E2 declara *"Químico porque al agregarle agua oxigenada a la papa género una reacción en las moléculas de la misma y esto se debe a una particularidad en la composición del agua oxigenada produciendo catalasa qué es lo que actúa sobre las moléculas de la papa, la espuma es evidencia de este cambio, claro está que si se le quita la espuma a la papa queda como si no hubiera ocurrido ninguna reacción, estos procesos son de continua observación para poder asegurar que son químicos"* en esta declaración E2 usa terminología submicroscópica *"género una reacción en las moléculas de la misma"* y

macroscópicos "la espuma es evidencia de este cambio" estas declaraciones se complementan entre sí para dar una declaración con coherencia global.

Modelo mecano caracterizado en E2: En estas declaraciones prima la terminología submicroscópica: "Si, hay participación de electrones, protones y neutrones, porque en una reacción química lo que ocurre precisamente es la reestructuración de partículas subatómicas, sus enlaces se rompen y se da lugar a otros nuevos, además algunos compuestos ceden y reciben electrones"

También se puede caracterizar la representación hecha por E1 de lo ocurrido, con átomos, moléculas y partículas subatómicas dentro del modelo mecano, ya que muestra de manera coherente las representación de unos átomos con sus electrones de valencia, ilustrando el intercambio entre ellos; en esta representación la estudiante muestra que comprende los términos sustancia oxidada y sustancia reducida.

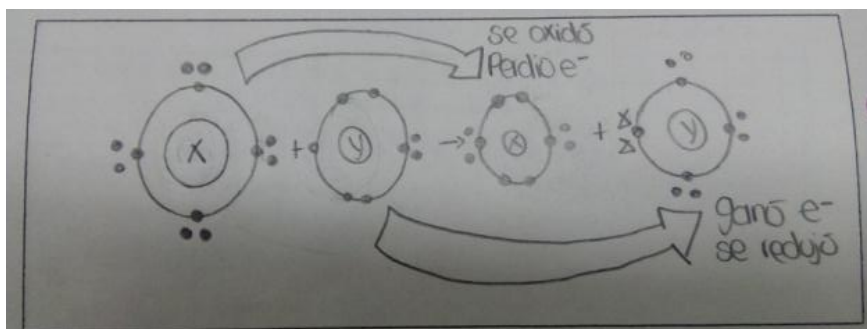


Figura 12. Representación de un proceso redox por E2

4.4.1.2.2 Niveles argumentativos caracterizados

Para E2 se caracterizaron el nivel argumentativo 2 en 6 ocasiones y el nivel argumentativo 3 en una ocasión:

Nivel argumentativo 3: la aparición de este nivel argumentativo en E2 se puede verificar en una sola declaración: *"ocurrió un cambio químico debido a que se modifican las moléculas y se rompen los enlaces (J), no obstante hay una oxidación entre compuestos y el producto queda en estado gaseoso puesto que no hay sólo cambios de las sustancias "* en este texto hay una afirmación *"ocurrió un cambio químico "* una justificación *"debido a que se modifican las moléculas y se rompen los enlaces"*, una refutación *que muestra que a pesar que hubo un cambio químico, este presenta también características de cambio físico" no obstante hay una oxidación entre compuestos y el producto queda en estado gaseoso puesto que no hay sólo cambios de las sustancias "*

En cuanto al nivel argumentativo 2, las respuestas de E2 cuentan con una afirmación y una justificación y/o unos datos que respaldan la afirmación por ejemplo:

Al responder la siguiente situación E2 declara: *"Ocurre un cambio químico porque va a haber una corrosión a la hora en que reaccionen el Fe (hierro) con el O (oxígeno) presente en la intemperie y esto hará que el hierro posteriormente cambie su color porque se transformó en un nuevo compuesto"* ; esta declaración cuenta con una afirmación *"Ocurre un cambio químico"* y para apoyar su afirmación la estudiante suministra algunos datos: *"va a haber una corrosión a la hora en que reaccionen el Fe (hierro) con el O (oxígeno)", "el hierro posteriormente cambie su color porque se transformó en un nuevo compuesto"*

En esta respuesta E2 usa el modelo cocina, basado en terminología macroscópica.

4.4.1.3 Estudiante 3 (E3)

4.4.1.3.1 Modelos explicativos caracterizados

En las 8 declaraciones de E3 se caracterizaron los modelos interactivo en 3 ocasiones, mecano o submicroscópico en 3 ocasiones y macroscópico o modelo cocina en 2 ocasiones.

Modelo interactivo: en declaraciones como *"No, porque hay otros elementos con los que se puede producir una oxidación sin ser obligatoria la presencia del oxígeno, existen unas sustancias oxidantes que son las que ganan electrones, aunque la mayoría de la gente piense que sólo el agua y oxígeno oxidan los metales"*. Esta declaración la realiza para responder si cree que el oxígeno siempre debe estar presente en un proceso de oxidación; en este caso E3 usa terminología submicroscópica *"sustancias oxidantes que son las que ganan electrones"* y terminología macroscópica *"aunque la mayoría de la gente piense que sólo el agua y oxígeno oxidan los metales"* ambas terminologías están bien estructuradas y concatenadas, lo que le da coherencia global al texto, sin embargo este carece de ejemplos de tipo teórico.

Modelo mecano: en su respuesta a si cree que en el proceso de la papa y el agua oxigenada participaron partículas subatómicas E3 explica con terminología mayoritariamente submicroscópica : *"si porque al haber tenido una alteración en las moléculas hubo alteración en los átomos, los cuales están compuestos por éstas partículas, las cuales también están expuestas a alteraciones"*

En cuanto a modelo cocina E3 escribe una declaración basada mayoritariamente en observaciones empíricas cuando se le pregunta si dejar un clavo a la intemperie sería un cambio físico o químico: *"Físico porque estaría cambiando en su apariencia, en su color y no tendría alguna reacción que no sea un cambio en su estructura física, además de que no se le aplica algún reactivo para que ocurran una reacción química"*:

4.4.1.3.1 Niveles argumentativos caracterizados

E3 en sus declaraciones presenta el nivel argumentativo 2 en 5 ocasiones, el nivel 1 en 1 ocasión y el nivel 3 en una ocasión:

Nivel 3:La estudiante E3 responde si la experiencia de la papa y agua oxigenada es un cambio físico o químico *"un cambio químico(A) porque hubo alteración en las moléculas lo cual generó que la papa reaccionará con el agua oxigenada (J) generando espuma y cambio de su color (D) estos cambios son evidencias de cambios químicos(J) aunque la papa no cambió en su totalidad es porque una parte se quedó sin reaccionar(R).*

En la anterior declaración se puede encontrar que a estudiante afirma que es un *"cambio químico"* , justificando dicha afirmación con a declaración *" porque hubo alteración en las*

moléculas" y respaldando con algunos datos *"generando espuma y cambio de su color"* y dando una refutación débil que muestra que ella conoce las condiciones en las cuales no se da un cambio químico *"aunque la papa no cambió en su totalidad"*

Nivel 1: al responder lo siguiente ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta. E3 declara: *"si porque hubo alteración en los átomos y también en las moléculas que están compuestas de estas partículas y están expuestas a que se alteren"* En esta declaración la estudiante solo presenta una afirmación, sin datos ni afirmaciones que la apoyen.

En cuanto al nivel 3 la respuesta: *"No, porque el alcohol y el agua oxigenada tienen distintos componentes que lo conforman por lo tanto generan distintas reacciones y cambios en el objeto o elemento en el que se aplique"* presenta una conclusión: *"generan distintas reacciones y cambios en el objeto o elemento en el que se aplique"* y esta conclusión es apoyada con la siguiente justificación *"porque el alcohol y el agua oxigenada tienen distintos componentes que lo conforman"*

4.4.1.4 Estudiante 4 (E4)

4.4.1.4.1 Modelos explicativos caracterizados

En sus 8 declaraciones E4 presenta el modelo cocina o macroscópico en 4 ocasiones, el modelo mecano o submicroscópico en 2 ocasiones, el modelo interactivo en una ocasión y el modelo incoherente en 1 ocasión; por ejemplo:

Modelo Interactivo: Al responder ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta E4 declara: *" pienso que para originar el cambio que se presentó si tuvo que haber participación de partículas subatómicas que permiten que se forme la espuma en la superficie de la papa, en esto sería la transformación de los átomos y moléculas, por ejemplo H_2O_2 se separo en H_2 y O_2 entonces esa molécula cambio y se transformó en dos moléculas"* en esta respuesta se aprecia el uso de términos de orden

macroscópico y submicroscópico, bien concatenados, además el ejemplo que usa es de carácter teórico, lo cual le da solidez a su declaración o que permite categorizarla dentro del modelo interactivo.

En cuanto a modelo mecano es posible tomar como ejemplo esta representación que realiza E4 del cambio ocurrido; ella modela el cambio de una manera modal ya que los símbolos usados guardan similitud con las moléculas que representan y la estudiante representa el experimento llevado a cabo solo usando simbología submicroscópica sin recurrir a dibujos de la papa o de la "espuma" para ilustrar el proceso.

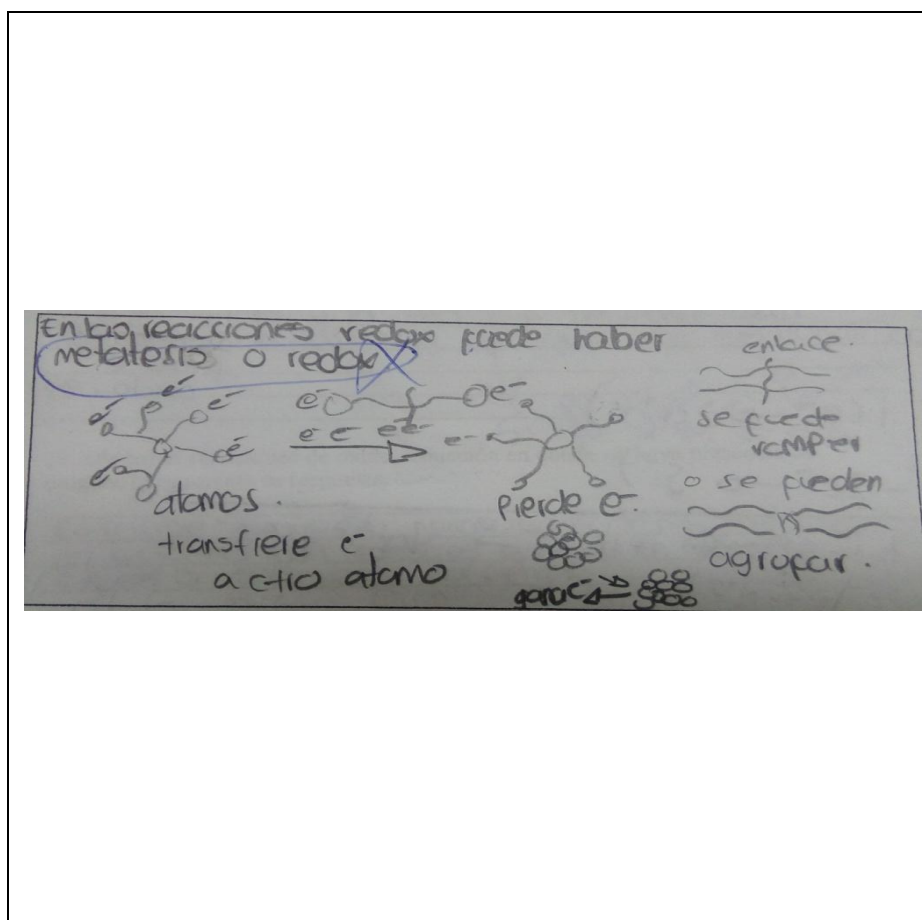


Figura 13. Representación de un proceso redox por E3

En cuanto al modelo cocina, en 4 de sus declaraciones E4 presenta descripciones basadas en datos empíricos: "Es un cambio químico(C) porque sólo se presentan cambios internos

que permiten que la papa forme como una espuma de ella y aunque sigue siendo papa las burbujas pueden significar reacción química al igual que el cambio de color".

4.4.1.4.2 Niveles argumentativos caracterizados

En sus 7 declaraciones de tipo textual E4 presento 2 declaraciones en el nivel 3, 3 declaraciones en el nivel 2 y 2 declaraciones nivel 1

Por ejemplo en la declaración: *"Es un cambio químico porque sólo se presentan cambios internos que permiten que la papa forme como una espuma de ella y aunque sigue siendo papa las burbujas pueden significar reacción química al igual que el cambio de color"*. La estudiante presenta la afirmación "es un cambio químico" que es apoyada por una justificación " sólo se presentan cambios internos" y unos datos "permiten que la papa forme como una espuma de ella" "las burbujas pueden significar reacción química al igual que el cambio de color", también presenta una refutación muy débil "aunque sigue siendo papa" lo que permite caracterizar esta declaración en el nivel 3.

En el caso de esta respuesta de E4: *" pienso que para originar el cambio que se presentó si tuvo que haber participación de partículas subatómicas que permiten que se forme la espuma en la superficie de la papa, en esto sería la transformación de los átomos y moléculas, por ejemplo H_2O_2 se separo en H_2 y O_2 entonces esa molécula cambio y se transformó en dos moléculas"* . En esta se aprecia una afirmación "para originar el cambio que se presentó si tuvo que haber participación de partículas subatómicas", unos datos que respaldan la afirmación "que permiten que se forme la espuma en la superficie de la papa...por ejemplo H_2O_2 se separo en H_2 y O_2 " por lo tanto se puede categorizar dentro del nivel 2.

4.4.1.5 Estudiante 5 (E5)

4.4.1.5.1 Modelos explicativos caracterizados

La estudiante E5 presentó dentro de sus declaraciones 3 que se caracterizaron dentro del modelo macroscópico, 3 en el modelo mecano y 2 declaraciones que se caracterizaron como un modelo incoherente; por ejemplo

A la pregunta ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales

partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta, E5 responde: *"No porque en ese proceso no hay transferencia de la carga negativa (electrones)"* en este caso su respuesta no explica el cambio químico ocurrido, en esta declaración la estudiante no muestra el uso de terminología ni macroscópica ni submicroscópica, por tanto esta declaración se caracteriza dentro del modelo incoherente.

En la siguiente declaración de E2, se puede verificar el uso del modelo macroscópico explicando lo sucedido a dejar un clavo de hierro a la intemperie: *" Químico porque cuando el oxígeno se combina con un elemento que tiene partículas de agua, o si es un elemento fácil oxidable ocurre esta corrosión porque cambia su estado físico y además sus componentes en el caso del hierro se combina con oxígeno y por acción del agua se transforma en óxido que es café , aunque no hubo espuma como en lo de la papa este también sería químico"*

4.4.1.5.1 Niveles argumentativos caracterizados

E5 presentó 1 declaración caracterizada en el nivel argumentativo 3, 4 declaraciones caracterizadas en el nivel 2 y una declaración caracterizada en el nivel 1.

Por ejemplo en la declaración mostrada anteriormente E5 presenta una afirmación "Químico", unos datos que apoyan la afirmación: *"el oxígeno se combina con un elemento que tiene partículas de agua, una justificación "cambia su estado físico y además sus componentes" y unos datos "si es un elemento fácil oxidable ocurre esta corrosión" "* *hierro se combina con oxígeno y por acción del agua se transforma en óxido que es café"* y una refutación que aunque muy débil *"aunque no hubo espuma como en lo de la papa "* permite ubicar este argumento en el nivel 3.

La siguiente declaración de E5 es de nivel 2: *"Pienso que ocurrió un cambio químico, la papa después de agregarle agua oxigenada produjo gas, de modo en que la papa cambió su estado de sólido a gaseoso. En conclusión hubo un cambio químico ya que no alteró la papa físicamente"* En esta declaración hay una afirmación *" ocurrió un cambio químico"* apoyada con datos como *" la papa después de agregarle agua oxigenada produjo gas"*; teniendo en cuenta que no hay ninguna refutación y que los datos son coherentes con la afirmación, es caracterizada en el nivel 2.

4.4.1.6 Estudiante 6 (E6)

4.4.1.6.1 Modelos explicativos caracterizados

De las 8 declaraciones de E6, 4 fueron categorizadas dentro del modelo cocina o macroscópico, 3 dentro del modelo mecano o submicroscópico y 1 dentro del modelo incoherente.

Modelo cocina: la siguiente respuesta de E6 muestra una terminología mayoritariamente macroscópica, lo que permite caracterizar la declaración dentro del modelo cocina *"Al principio creía que sí puesto que si dejamos algo a la intemperie podemos observar cómo se oxida, pero no sólo es con el oxígeno puesto que científicamente existen más agentes oxidantes. En conclusión para que ocurra una oxidación no necesariamente debe ser con oxígeno"*

En esta declaración se puede verificar que la terminología usada es totalmente submicroscópica y la estudiante logra explicar lo que sucede con las partículas subatómicas sin recurrir a datos observables, por eso se caracterizó dentro del modelo mecano o submicroscópico *"Pienso que si hacemos la ecuación veremos como el oxígeno pasó a un diferente estado de oxidación que indica*

que sus electrones son diferentes, ya los neutrones por ser neutros pues no cambian y los protones como están en el núcleo tampoco se mueven. En conclusión solo cambian los electrones"

4.4.1.6.2 Niveles argumentativos caracterizados

E6 presenta 1 declaración en el nivel 1, 5 declaraciones categorizadas en el nivel 2 y 1 declaraciones en el nivel 3:

Por ejemplo al preguntarle si habrá alguna similitud entre la experiencia de peróxido de hidrogeno con papa y el clavo de hierro a la intemperie, E6 responde *"Si son similares porque en ambos casos interviene el oxígeno y ambas son reacciones químicas solo que a simple vista ocurre algo diferente, en una se ve la espuma blanca y en la otra el oxido café, lo que tienen de similitud es que en ambos casos el oxígeno está presente y otra cosa también es que las moléculas se transforman en otras diferentes"*. En esta declaración hay una afirmación *"Si son similares porque en ambos casos interviene el oxígeno"*

enriqueciendo esta afirmación con un dato "*ambas son reacciones químicas*" y una refutación muy débil "*solo que a simple vista ocurre algo diferente*" y datos para justificar esta refutación "*en una se ve la espuma blanca y en la otra el oxido café*"; al tener afirmación, datos y una refutación es posible catalogar esta declaración como de nivel 3

La declaración de E6 cuando se le pregunta si el oxígeno es indispensable para una oxidación: "*Al principio creía que sí puesto que si dejamos algo a la intemperie podemos observar cómo se oxida, pero no sólo es con el oxígeno puesto que científicamente existen más agentes oxidantes. En conclusión para que ocurra una oxidación no necesariamente debe ser con oxígeno*"

En esta declaración hay una afirmación "*no sólo es con el oxígeno puesto que científicamente existen más agentes oxidantes*" y los datos que suministra no respaldan dicha afirmación por lo tanto se categorizó dentro del nivel 1

Análisis para los modelos explicativos en el momento final

Después de aplicar la unidad didáctica las estudiantes realizan la misma actividad que se llevó a cabo antes del proceso de intervención; los resultados de la caracterización final se aprecian en la tabla 12 y figuras 14 y 15 donde se evidencia que aún después de aplicar la unidad didáctica hay explicaciones categorizadas dentro del modelo incoherente; sin embargo tuvo una disminución notable respecto al momento inicial, pasando de un 35% a un 15%; si bien es cierto que la existencia de este modelo es indeseable ya que no explica realmente el cambio químico, presentando los conceptos como islas de conocimiento no interconectadas. Solsona e Izquierdo (1999), es claro que su disminución se puede tomar como una progresión leve que contribuye a la aprehensión del concepto.

En los resultados obtenidos también se evidencia una disminución del modelo Cocina que pasa de un 63% a un 31% para dar paso a un aumento en el número de declaraciones caracterizadas como modelo mecano que pasó de un 2% a un 31%; respecto a este hallazgo Aragón. Et al. (2012), citando a varios autores como (Gómez & Pozo, 2004; Flores. et al., 2007; Espíndola & Cappannini, 2010) sugieren que el paso de interpretaciones macroscópicas hasta otras situadas en una escala submicroscópica. es un factor positivo y

un indicador de aprendizaje, ya que revela el proceso de transformación de un modelo del mundo basado en aspectos sensoriales a otro modelo que va mas allá de lo que el alumno puede ver y tocar; En esta etapa de la investigación emerge el modelo interactivo con un 23% de las declaraciones analizadas; este modelo no se caracterizó en el momento 1 de la investigación y según Solsona e Izquierdo (1999) es el modelo que muestra la interiorización del concepto científicamente aceptado.

Tabla 12. Modelos explicativos caracterizados para cada estudiante en la etapa final

	Número de ocasiones en que uso cada modelo				No. total de declaraciones
	Modelo Incoherente	Modelo Cocina	Modelo Mecano	Modelo interactivo	
E1	2	0	0	6	8
E2	1	2	4	1	8
E3	0	2	3	3	8
E4	1	4	2	1	8
E5	2	3	3	0	8
E6	1	4	3	0	8
Total	7	15	15	11	48

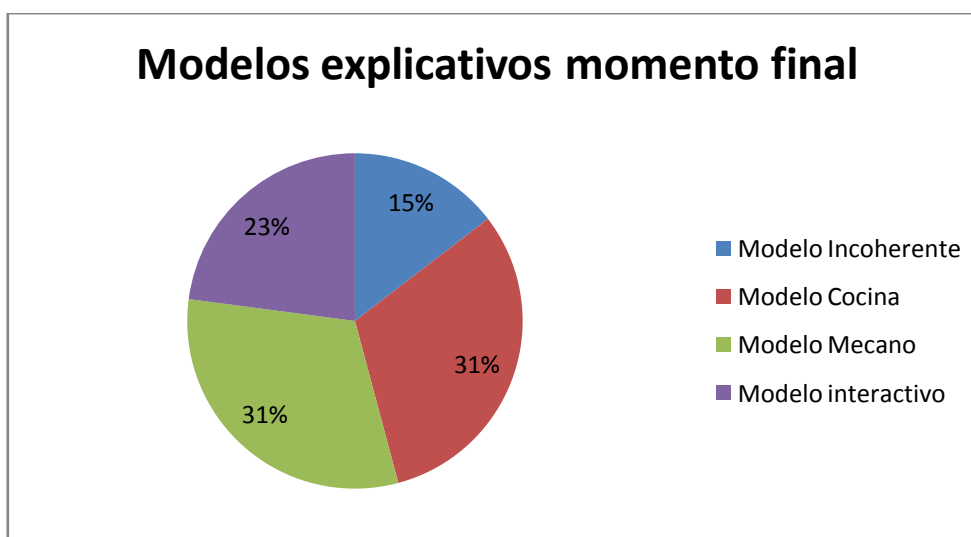


Figura 14. Modelos explicativos caracterizados en la etapa final

Análisis para los niveles argumentativos en el momento final

Teniendo en cuenta el análisis y caracterización de nivel argumentativo para cada estudiante del numeral 8.8.1, se obtiene la siguiente tabla, donde se observa que emergió el nivel 3 de argumentación que en el momento 1 era inexistente y cada estudiante tuvo al menos una declaración en dicho nivel; también en la etapa final hay disminución del nivel 1 que pasó de tener un 88% a un 14% ; además el nivel 2 aumenta desde un 12% a un 67%, siendo el nivel que predomina en las seis estudiantes (ver figuras 16 y 17) y emerge el nivel 3 en un 19% de las declaraciones; este cambio en los niveles argumentativos se puede considerar como un signo de mejoría en la habilidad argumentativa (Pájaro. Et al. 2016).

Tabla 13. *Niveles argumentativos caracterizados en la etapa final*

	Número de ocasiones en que se caracterizó cada nivel argumentativo					Número total de declaraciones
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	
E1	1	4	2	0	0	7
E2	0	6	1	0	0	7
E3	1	5	1	0	0	7
E4	2	3	2	0	0	7
E5	2	4	1	0	0	7
E6	0	6	1	0	0	7
Total	6	28	8	0	0	42

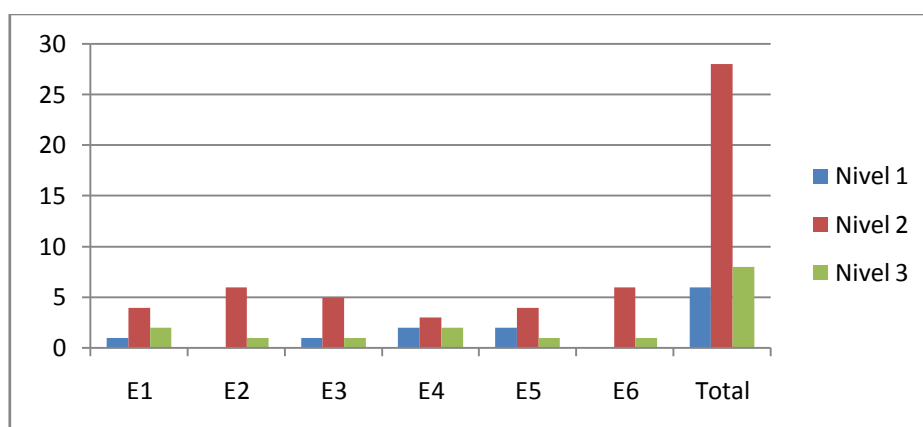


Figura 15. Niveles argumentativos para cada estudiante en la etapa final

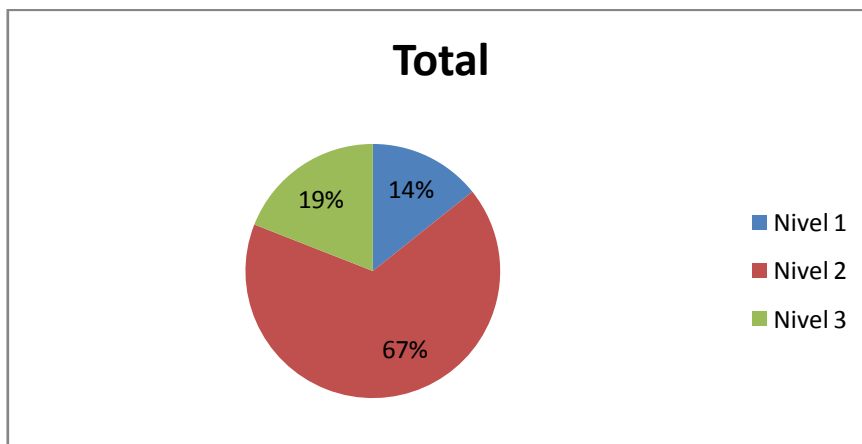


Figura 16. Niveles argumentativos caracterizados en la etapa final

4.4 Comparación de las categorías de investigación entre el momento 1 y momento 3

Los resultados obtenidos tras la aplicación del instrumento en el momento 1 y en el momento 3 permiten realizar una comparación de los resultados. Las gráficas que se muestran a continuación muestran variaciones en el comportamiento, tanto de los modelos explicativos como de los niveles de argumentación de las estudiantes, como consecuencia de la intervención didáctica. En los modelos explicativos se observa un aumento significativo del modelo mecano y modelo interactivo, mientras que los modelos incoherente y cocina disminuyen; estos resultados muestran que la intervención didáctica produjo una mejoría leve en los modelos explicativos; lo esperado era la desaparición del modelo incoherente, sin embargo al momento final de la intervención este se presenta aunque en proporción menor al momento 1; si se observa la figura 18 el uso de este modelo indeseado se redujo a la mitad, mientras que el modelo más esperado que es el Interactivo emergió de manera significativa, siendo comparable incluso al uso de los modelos mecano y cocina.

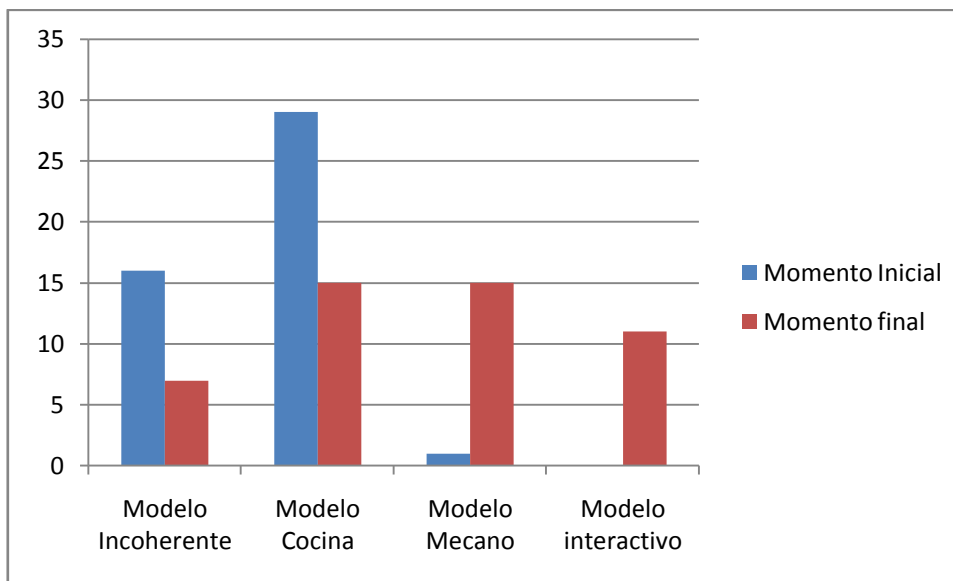


Figura 17. Comparación entre los modelos explicativos en el momento inicial y final

En cuanto al nivel argumentativo, la siguiente gráfica muestra la importante reducción del nivel 1, el aumento del nivel 2 y la aparición del nivel 3; estos resultados muestran que las estudiantes hicieron importantes avances en su habilidad argumentativa con declaraciones en el momento final constituidas por mas elementos, justificaciones y datos más sólidos y la aparición de refutaciones que aunque débiles en la mayoría de los casos, contribuyen a reforzar la afirmación inicial.

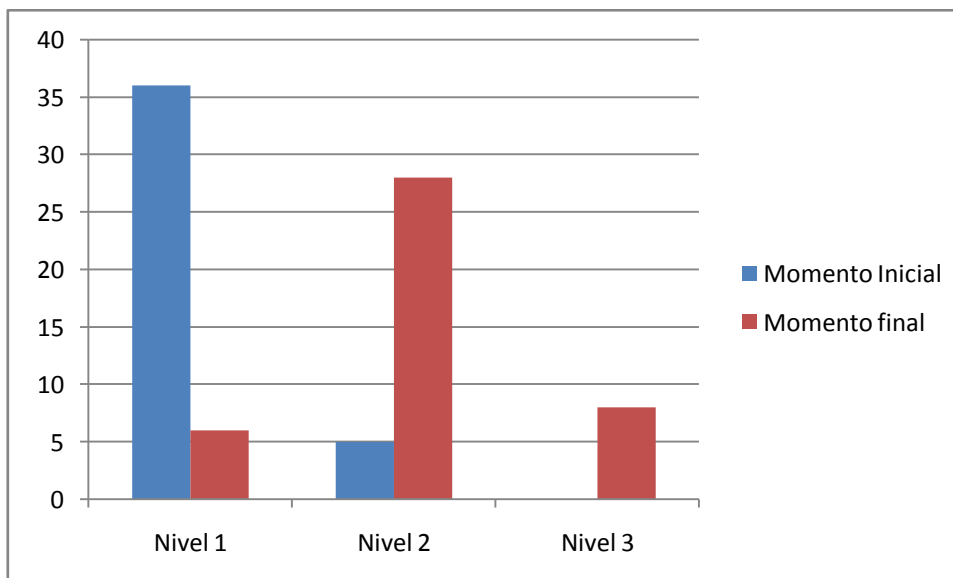


Figura 18. Comparación de los niveles argumentativos en la etapa inicial y final

4.4 Comparación de los niveles argumentativos y los modelos explicativos

Las declaraciones categorizadas en el modelo interactivo, que previamente fue definido como el más deseable ya que muestra una aprehensión de los conceptos científicamente aprobados, tuvieron niveles de argumentación 2 y 3; en ningún caso una declaración de modelo interactivo fue categorizada en el nivel 1; las declaraciones categorizadas bajo el modelo cocina o macroscópico presentaron los tres niveles argumentativos, sin embargo los mayores porcentajes de declaraciones categorizadas bajo este modelo presentan nivel 2; las declaraciones categorizadas bajo el modelo mecano o submicroscópico presentaron en su mayoría argumentos de nivel 2 y las declaraciones que se ajustan al modelo incoherente presentaron en su mayoría nivel argumentativo 1; los hallazgos anteriores permiten afirmar que existe una relación directamente proporcional entre el nivel argumentativo y el modelo explicativo (ver figura 20) demostrando lo expuesto por autores como Sarda & Sanmartí (2000), Driver. Et al.. (2000), Ruiz. Et al. (2015), Tamayo. Et al. (2015), quienes sugieren que las habilidades dialógicas contribuyen a la construcción y aprehensión de conocimiento en la enseñanza de las ciencias.

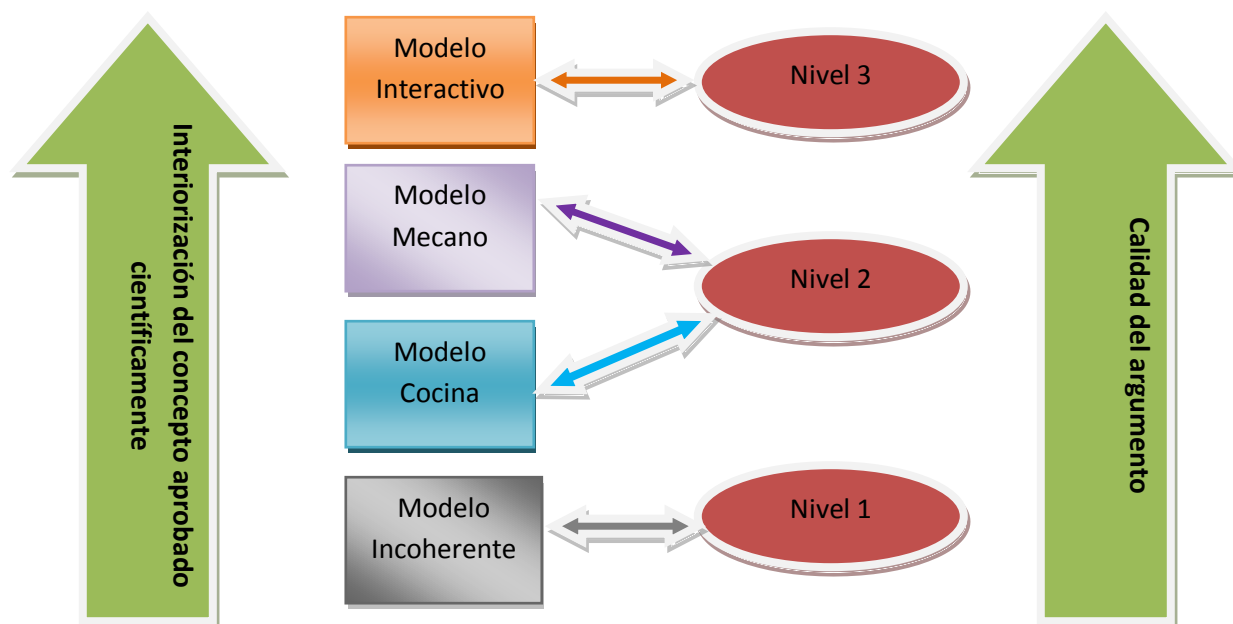


Figura 19. Relación global entre las categorías de investigación

En las siguientes tablas se presenta la información sobre la relación entre las categorías de investigación en el momento final, en este caso se muestran los modelos argumentativos con los que fue categorizada cada pregunta y para cada modelo se determinó el porcentaje de declaraciones en cada nivel argumentativo.

Tabla 14. *Relación entre las categorías de investigación pregunta 1*

¿En el proceso realizado ocurrió un cambio físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta				
Modelo explicativo	Número de estudiantes que usan cada modelo explicativo	Número de declaraciones el nivel 1 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 2 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 3 de argumentación
Modelo Interactivo	3	0%	33%	67%
Modelo cocina,	3	0%	67%	33%

Tabla 15. *Relación entre las categorías de investigación pregunta 6*

Si realizáramos una experiencia diferente, por ejemplo dejar un clavo de hierro a la intemperie por varios días ¿Que ocurriría con el clavo? ¿el cambio ocurrido será físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta				
Modelo explicativo	Número de estudiantes que usan cada modelo explicativo	Número de declaraciones el nivel 1 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 2 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 3 de argumentación
Modelo Interactivo	1	0%	0%	100%
Modelo cocina,	5	20%	60%	20%

Tabla 16. Relación entre las categorías de investigación pregunta 8

¿Crees que para que haya una oxidación siempre debe haber oxígeno? Argumenta tu respuesta.

Modelo explicativo	Número de estudiantes que usan cada modelo explicativo	Número de declaraciones el nivel 1 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 2 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 3 de argumentación
Modelo Interactivo	2	0	0	100%
Modelo cocina,	1	0%	0%	100%
Modelo incoherente	3	100%	0%	0%

Tabla 17. Relación entre las categorías de investigación pregunta 3

¿Si en lugar de usar peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) usáramos alcohol antiséptico, crees que ocurriría lo mismo? Explica amplia y claramente tu respuesta

Modelo explicativo	Número de estudiantes que usan cada modelo explicativo	Número de declaraciones el nivel 1 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 2 de argumentación	Número de declaraciones el nivel 3 de argumentación
Modelo Interactivo	2	0%	50%	50%
Modelo cocina,	1	0%	100%	0%
Modelo Mecano	2	0%	100%	0%
Modelo Incoherente	1	100%	0%	0%

CAPITULO 5. CONCLUSIONES

- En cuanto al nivel argumentativo de las estudiantes en el momento inicial, se evidencia un predominio del nivel 1 con 88% de las declaraciones y un número menor de declaraciones en nivel 2 que solo constituye el 12%; en este caso en sus respuestas las estudiantes presentan solo afirmaciones y aunque intentan dar apoyo a estas afirmaciones lo hacen solo con datos empíricos, sin usar justificaciones, en los pocos casos que llegan a usar una justificación, esta es débil. Luego de la aplicación de la unidad didáctica, diseñada a partir de los obstáculos detectados en cuánto a argumentación y modelos explicativos del cambio químico redox se evidencia una leve mejoría en los niveles de argumentación, donde disminuye el nivel 1, aumenta el número de declaraciones en el nivel 2 a un 67% y emerge el nivel 3 con un 19% de las declaraciones, este incremento se ve reflejado, tanto en los resultados globales, como en los resultados individuales; lo que permite afirmar que la aplicación de unidades didácticas diseñadas para que los estudiantes expliquen, propongan y justifiquen sus ideas promueve cambios positivos en sus niveles de argumentación lo que corrobora las tesis de varios autores como Sarda & Sanmartí (2000), Driver, Et al. (2000), Ruiz, Et al. (2015) quienes sugieren que el conocimiento científico se puede construir a través de procesos que incluyan el lenguaje, reconociendo que la enseñanza de las ciencias debe tener espacios para aprender a argumentar .

- En cuanto a los modelos explicativos para las reacciones de oxido reducción, inicialmente no se caracterizan declaraciones en el modelo interactivo que es el más cercano al concepto científicamente aceptado, en cambio el modelo cocina es el más usado por las estudiantes con un 63% de las declaraciones categorizadas, hallazgo que coincide con Aragón Et al. (2012) quienes en un estudio de la evolución de los modelos explicativos en torno a cambio químico, encontraron que la mayoría de los estudiantes usa el modelo proposicional macroscópico; que procede de la realidad observable; según estos

autores este modelo es el más "*evidente*" e "*intuitivo*"; adicionalmente en la fase inicial hay un 35% de las declaraciones en las que no se llegó realmente a explicar el cambio químico y por tanto se caracterizaron dentro del modelo incoherente; este hallazgo coincide con las declaraciones de Órdenes & Camacho (2017) quienes afirman que los niveles explicativos de los estudiantes presentan una deficiente integración de contenido teórico. Después de aplicar la unidad didáctica se verifica una disminución importante del modelo incoherente que pasa de un 35% a un 15%; si bien es cierto que la existencia de este modelo es indeseable ya que no explica realmente el cambio químico, su disminución se toma como una progresión leve en la aprehensión del concepto; además se evidencia una disminución del modelo Cocina que pasa de un 63% a un 31% para dar paso al aumento del modelo mecano que pasó de un 2% a un 31%; respecto a este hallazgo Aragón. Et al. (2012), citando a varios autores como (Gómez & Pozo, 2004; Flores. et al., 2007; Espíndola & Cappannini, 2010) sugieren que el paso de interpretaciones macroscópicas a las submicroscópicas. es un factor positivo y un indicador de aprendizaje, ya que revela el proceso de transformación de un modelo del mundo basado en aspectos sensoriales a otro modelo que va mas allá de lo que el alumno puede ver y tocar; en esta etapa de la investigación emerge el modelo interactivo con un 23% de las declaraciones analizadas; este modelo no se caracterizó en el momento 1 de la investigación y según Solsona e Izquierdo (1999) es el modelo que muestra la interiorización del concepto científicamente aceptado. Los cambios positivos expuestos para el modelo explicativo de cambio químico, permiten corroborar que un proceso de intervención en el cuál se tengan en cuenta los modelos explicativos iniciales para detectar posibles obstáculos que sirvan de referencia para diseñar las actividades de intervención, contribuye a la movilización positiva de los modelos explicativos de los alumnos.

- La relación que se obtuvo entre niveles argumentativos y modelos explicativos es directamente proporcional, se puede decir que cuando mejora el nivel argumentativo el alumno puede explorar otros modelos explicativos y

apropiarse de ellos; en el presente proyecto esta relación se considera también bidireccional ya que cuándo un estudiante logra apropiarse un modelo explicativo de manera adecuada, es capaz de presentar argumentos más sólidos, apoyados con justificaciones, datos y hasta refutaciones; esta relación bidireccional se puede intuir desde el cambio que aunque leve tuvieron las dos categorías analizadas; inicialmente ambas se encontraban en los niveles más bajos y posterior a la aplicación de la unidad didáctica hubo un cambio tanto para el global de las estudiantes como para cada una de ellas; sin embargo no es posible asegurar que haya una categoría dependiente de la otra, solamente se puede sugerir que van a la par y que el mejoramiento de una conlleva al mejoramiento de la otra; esta relación bidireccional entre modelo explicativo y nivel argumentativo frente al concepto de oxidación-reducción se sustenta en el hecho que un modelo mental intuitivo y basado en la realidad observable como el macroscópico limita la posibilidad argumentativa, ya que el estudiante carece de razones para defender afirmaciones diferentes a lo que su realidad le presenta, aunado esto a que al invitar a un estudiante a exponer sus razones de manera argumentada este va a buscar otras explicaciones a los fenómenos, lo que contribuye en gran medida a mejorar el cambio en sus modelos explicativos.

CAPITULO 6. RECOMENDACIONES

- Los temas que parten de sucesos no visibles deben dejar de abarcarse desde el tablero, permitiendo que los alumnos argumenten sobre ellos; aunque sus argumentos no sean tan sólidos e hecho de escribir o hablar sobre un tema le permite al estudiante mejorar la posibilidad de aprehender los conocimientos.
- A pesar que en los cambios químicos varios autores consideran que los modelos que mejor explican dichos procesos son los submicroscópicos, es necesario que los estudiantes conozcan que existen varias maneras de modelar los procesos, pues en algunas circunstancias una explicación adecuada se da usando dos o más modelos; por eso es necesario que en las unidades didácticas se incluyan actividades que tengan en cuenta varios modelos explicativos.
- La implementación de unidades didácticas es apropiada ya que permite al estudiante conocer cada temática mediante diversas actividades, lo que le permite acercarse mas al conocimiento y familiarizarse con este, en lugar de acumularlo; por lo tanto se recomienda su diseño e implementación en diferentes áreas del conocimiento.
- La primera actividad de la unidad didáctica basada en habilidades argumentativas debe estar enfocada en enseñar a argumentar de manera explícita, por tanto se sugiere crear estrategias didácticas que permitan a los estudiantes conocer los elementos que debe tener un buen argumento; hay varios autores que han expuesto sobre la estructura de un argumento y a partir de sus sugerencias es posible diseñar actividades que permitan al estudiante elaborar argumentos más sólidos.

REFERENCIAS

- Aragón, M., Oliva, J & Navarrete, A. (2012). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. España.
- Benítez, M., Santiago M. (2013) Contribución de las representaciones semióticas sobre reacciones químicas en la evolución del concepto de reacción química. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Manizales.
- Buitrago, Mejía & Hernández. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. Universidad Autónoma de Colombia.
- Caballero, S. (2011). Estrategias con enfoque constructivista para la enseñanza de reacciones redox en la Universidad de Panamá. Universidad de Panamá
- Candela, A. (1999). Ciencia en el Aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso. México, D. F.: Paidós.
- Candela, A. (2001). Corrientes teóricas sobre discurso en el aula. Revista Mexicana de investigación educativa. vol 6 No. 12.
- Chang R. (2002). Química. Séptima edición. McGraw-hill Interamericana editores, s. a.
- Concari, S. B (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. Ciência & Educação, v.7.
- De Jong, O., Acampo, J., Verdonk, A., (1995). Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers, J. Res. Sci. Teach. 32, 1097-1110.

- Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science education
- Erduran S, Simon S, Osborne J. (2002). Enhancing the quality of argumentation in school science. National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, USA
- Garduño G. y Vierna L. (2005). Propuesta didáctica para el aprendizaje significativo de procesos redox en compuestos orgánicos. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México Departamento. de Biología¹, Departamento. de Química Inorgánica y Nuclear.
- Gómez Crespo, M. A. y pozo, J. I. (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: understanding how matter changes. International Journal of Science Education, 26 (11), pp. 1325-1343.
- Jiménez, M. P & Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas . Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentales Universidad de Santiago de Compostela.
- Leyre I., Echeverria M., (2013). Ver para creer: un nuevo enfoque en el aprendizaje de los procesos redox. X Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. España.
- Órdenes, G & Camacho, G. (2017) Modelos explicativos escolares del concepto de cambio químico. Pontifica Universidad Católica de Valparaíso. Chile.
- Orrego, M., Tamayo, A., Ruiz, O. (2016). Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias. UAM. Manizales
- Osses, Sánchez, Ibáñez (2006). Investigación cualitativa en educación. hacia la generación de teoría a través del proceso analítico.

- Pájaro, P., Trejos S., Álvarez O , Ruiz O. (2016). Argumentación y modelos explicativos de los estudiantes de séptimo grado en torno al concepto tejido muscular. Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.
- Pinzón, C. (2014). Aportes de la argumentación en la constitución de pensamiento crítico en el dominio específico de la química. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Quintanilla, M., Merino, C., Daza, S (2010). Unidades Didácticas en Química Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. Volumen 3 . FONDECYT.
- Rodríguez, B (2004). El Modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa [en línea]. Revista Digital Universitaria. 31 de enero de 2004, <<http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/art2.htm>>
- Ruiz, O. Tamayo, A. & Márquez B. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. Educ. Pesqui., São Paulo, v. 41, n. 3.
- Ruiz O., Márquez B & Tamayo A. (2012) Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza De la argumentación en clase De ciencias en la educación primaria. Facultad de Ciencias de la Educación Departamento de Didáctica de la Ciencia.
- Ruiz, O., Tamayo, A. & Márquez, B. (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes”. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos.. No. 1, Vol. 9, pp. 29-52.
- Sánchez B & Valcarcel P. (1993) Diseño de Unidades Didácticas en el área de ciencias experimentales. Escuela Universitaria de Magisterio: Murcia.

- Sardà J. A & Sanmartí. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. Departamento de Didáctica de la Matemática i de les Ciències Experimentals. UAB
- Solsona N., Izquierdo M. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Tamayo A & Cardona R. (2009). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud vol. 7 no. 2. Manizales : Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud CINDE- Universidad de Manizales.
- Tamayo, A., Orrego, C., Dávila, P.(2014).Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración. En Biografía: escritos sobre la biología y su enseñanza. vol. 7 No. 13. pp. 129-145. U.P.N
- Tamayo, A., Zona, R., & Loaiza, Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos.
- Tamayo A. (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. Colciencias.
- Toulmin, S. (1958). Los usos de la argumentación. Traducción de María Morras y Victoria Pineda. Ediciones Península Barcelona
- Vallejo, U. (2017) Relaciones explicativas entre los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de la materia; una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de “reacción química”. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias.
- Van Eemmeren, F; Grootendorst, R. y Snoeck Henkemans. F. (2004). Argumentación. Buenos Aires: Biblos

ANEXOS

Anexo 1

Unidad didáctica

TEMA: Reacciones de oxido-reducción.

NIVEL DE APLICACIÓN: Estudiantes de grado 10° grado. secundaria

NÚMERO DE ESTUDIANTES POR CURSO:30

TIEMPO ESTIPULADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD DIDÁCTICA: 13 horas

OBJETIVO DE LA UNIDAD DIDACTICA

- Dar a conocer el concepto de reacciones de oxido-reducción y su importancia en la vida cotidiana, mediante actividades donde se lleven a cabo procesos argumentativos

INSTRUMENTOS DE LA UNIDAD DIDACTICA

Actividad 1 (2 horas)

APRENDAMOS A ARGUMENTAR COMO CIENTÍFICAS

Objetivo

Elaborar textos argumentativos en química, a partir de la estructura de un texto argumentativo planteada por las autoras Sardà y Sanmartí.

Ejecución de la actividad

- I. Lee con atención la siguiente información y con base en ella redacta un texto donde argumentes si crees que para aprender química es importante saber argumentar.

COMO ARGUMENTAN LOS CIENTIFICOS

A continuación encontrarás información tomada del artículo enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias escrito por Anna Sardà y Neus Sanmartí; ellas nos explican cómo realizar un texto argumentativo; como verás argumentar no consiste solo en dar un porqué.

Según las autoras Sardà y Sanmartí Las partes de un texto argumentativo son:

- **Datos:** Son los hechos y fenómenos que constituyen la afirmación sobre la cual se construye el texto argumentativo; revisa el ejemplo del cuadro 1 donde en la proposición (a) se enuncia el dato sobre el cual se construyó todo el texto argumentativo.
- **Justificación:** Es la razón principal del texto que permite pasar de los datos a la conclusión; en el ejemplo la justificación sería la proposición (b), donde se evidencia la referencia a un campo de conocimiento específico, en el presente ejemplo la bioquímica.
- **Fundamentación.** Es el conocimiento básico de carácter teórico necesario para aceptar la autoridad de la justificación; en el ejemplo, la proposición (c). en esta también se debe recurrir a datos obtenidos de un campo de conocimiento específico.
- **Argumentación.** se trata de dar razones o argumentos que dan más fuerza y criterios para la validación del conjunto de la argumentación. Los tres tipos de argumentos o razones que forman parte del texto argumentativo son la ventaja, el inconveniente y la comparación (en un argumento es posible usar cualquiera de los tres o combinaciones de ellos, no es necesario usarlos todos; en el ejemplo del cuadro 1, se uso un argumento de tipo comparación, que corresponde a la proposición (d):

Ventaja: Es un comentario implícito que refuerza la tesis principal.

Inconveniente: Comentario implícito que señala las circunstancias de

Desventaja.

Comparación. Es una fusión de los dos anteriores, porque añade otra ventaja de la propia argumentación y cuestiona la validez de los otros proposición d.

Conclusión. Es el valor final que se quiere asumir a partir de la tesis inicial y según las condiciones que incluyen los diferentes argumentos; en el ejemplo, la proposición (e).

Ejemplificación. Es la relación entre la ciencia y la vida cotidiana; en el ejemplo, la proposición (f).

El siguiente cuadro contiene un ejemplo de texto argumentativos en ciencias naturales; léelo y verifica que contiene las partes enunciadas por Sarda y Sanmartí.

(a) Sin reacciones químicas no sería posible la vida, (b) ya que procesos como la respiración, la nutrición, la reproducción, el uso y almacenamiento de energía son indispensables para mantener vivo a un organismo y para que estos se den es indispensable la formación de nuevas moléculas mediante procesos de degradación y síntesis, (c) estos dos procesos reciben el nombre de catabolismo y anabolismo respectivamente, en el caso de las reacciones catabólicas se producen moléculas almacenadoras de energía como ATP o GTP indispensables para llevar a cabo procesos como: Ciclosis, División celular, síntesis de proteínas, Transmisión de señales nerviosas, movimiento muscular, circulación sanguínea, entre otras; por otro lado las reacciones anabólicas a pesar que son las que absorben energía no son menos importantes, pues son indispensables para la síntesis de nuevas moléculas a partir de las ya existentes en nuestro organismo. (d) En muchos casos se atribuye la vida a procesos observables o macroprocesos como la respiración, los movimientos cardiacos, la digestión, sin embargo es claro que las precursoras de estos son las reacciones químicas que a pesar de no ser observables por ocurrir a nivel

submicroscópico son las que los sustentan; (e) en conclusión, para que se den los llamados procesos vitales se requiere la ocurrencia continua de innumerables reacciones químicas y la alteración de una sola de estas se traduciría en un desequilibrio para el organismo vivo (f) que se puede reflejar de varias maneras por ejemplo: mareos, dolores musculares, enfermedades o incluso la muerte.

Cuadro 1: ejemplo de un texto argumentativo

- II. Observa el video sobre cambio físico y químico disponible <https://www.youtube.com/watch?v=nfPMYDOt-CE> toma apuntes y al finalizar el video participa en la socialización del mismo; terminado el video y la socialización, completa el siguiente cuadro; no olvides "como argumentan los científicos"

Descripción del fenómeno	Tipo de cambio		Argumentación de tu respuesta
	Físico	Químico	
El producto utilizado para el funcionamiento de un airbag es esencialmente la azida de sodio , NaN_3 , contenida en el interior del mismo. Aunque el NaN_3 estable a temperatura ambiente , si ésta se eleva por encima de los 275°C , tiene lugar su descomposición térmica transformándose en sodio metálico y nitrógeno molecular; este nitrógeno puede inflar la estructura elástica que constituye el airbag , impidiendo el choque del conductor contra el volante o el parabrisas en el momento			

de la colisión.			
La Combustión es un proceso químico de oxidación rápida que va acompañado de desprendimiento de energía en forma de calor y luz. Para que éste proceso se dé, es necesario la presencia de un combustible, un comburente y calor. El material que es capaz de arder y se combina con el oxígeno, se conoce como combustible. En las combustiones ordinarias el combustible es una sustancia compuesta, como: gas de petróleo, gasolina, kerosene, parafina, etc., existen otros compuestos como el hidrógeno, el azufre, el papel, la madera, que pueden actuar como combustibles. Por otra parte el oxígeno es esencial para que se produzca y continúe el proceso de oxidación, se conoce como comburente.			
La ropa mojada lleva una gran cantidad de agua y el proceso de secado se debe, simplemente, a que el agua se evapora y abandona la ropa.			

El agua líquida está formada por moléculas muy juntas unas con otras, que se mueven resbalando y chocando entre ellas. Un gas, en cambio, está formado por moléculas independientes, libres y que se mueven por el espacio a velocidades considerables. En la superficie de un líquido, por efecto de los continuos choques, algunas de las moléculas situadas en la superficie adquieren velocidad suficiente como para escapar de él y liberarse en forma de vapor. Todas las moléculas que van escapando del líquido se van mezclando con el aire y forman una especie de nube de vapor junto a la superficie. Estos fenómenos nos indican que los líquidos en general tienden a convertirse en gas y éste es un proceso que tiene lugar a cualquier temperatura, lo cual permite que la ropa se seque sin necesidad de llevarla hasta 100° C .			
---	--	--	--

Actividad 2 (2horas)

LAS REACCIONES QUÍMICAS Y SUS FORMAS DE REPRESENTACIÓN

Objetivo

Establecer algunas formas mediante las cuales se pueden representar las reacciones Químicas.

1. Fundamentación teórica

Lee con atención la siguiente información y toma nota de los datos más relevantes en tu cuaderno.

LAS REACCIONES QUÍMICAS

A continuación encontrarás algunas definiciones dadas en diferentes libros de texto para el concepto de reacción Química:

"Son aquellas transformaciones o cambios que afectan la composición de la materia. Por ejemplo cuando ocurren fenómenos como los siguientes: un papel arde en presencia de aire (combustión) y un metal se oxida en presencia de aire o agua (corrosión), podemos decir que cambió el tipo de sustancia, convirtiéndose en otra diferente: por eso se dice que se produjo una transformación química. En las transformaciones químicas se producen reacciones químicas"

"Una reacción química se da cuando dos o más sustancias entran en contacto para formar otras sustancias diferentes. Es posible detectar cuándo se está produciendo una reacción química porque observamos cambios de temperatura, desprendimiento de gases, formación de precipitados, etc."

"Una reacción es un cambio químico en la cual las sustancias se transforman en otras diferentes"

Formas de representar una reacción química

Teniendo en cuenta que en una reacción química ocurren cambios físicos observables (cambio de color, cambio de olor, formación de gases, formación de precipitados, etc.) y también ocurren cambios submicroscópicos no observables (ruptura de enlaces, reacomodamiento de átomos y moléculas, ganancia o pérdida de electrones, etc.) es necesario que estas sean representadas de una manera breve y comprensible; la forma más común para representar lo ocurrido en una reacción química es la ecuación química, sin embargo hay otras maneras de representar dicho proceso; a continuación se explican algunas formas de representación:

Representación mediante ecuaciones químicas

Son representaciones de **nivel simbólico** y la forma más comúnmente usada para representar reacciones químicas; las reacciones químicas se representan mediante **ecuaciones químicas**, en las cuales se emplean diversidad de símbolos para indicar los procesos y sustancias participantes en el proceso. Toda ecuación química consta de dos miembros separados por una flecha, que indica el sentido de la reacción. Las fórmulas correspondientes a los reactivos se escriben a la izquierda de la flecha, mientras que las fórmulas de los productos se escriben a la derecha.

Reactivos $\longrightarrow$ productos

En una ecuación química nos podemos encontrar con uno o varios de los siguientes símbolos:

símbolo	significado
+	Indica mas, es decir que dos o más sustancias se combinan.
(s)	Sólido
(l)	Líquido
(g)	Gas
(ac)	Acuoso(en solución o disuelto en agua)
↑	Producto gaseoso
↓	Producto sólido (forma precipitado)
→	Indica lo que produce o dirección de la reacción.
⇌	Reacción reversible.
Δ ^{O calor} →	Indica que la reacción se somete a calentamiento.
atm →	Señala la presión en atmósfera (atm) en la cual se lleva la reacción.
°C →	Señala temperatura, grados Celsius (°C) de la reacción
Pd →	Indica la presencia de un catalizador. O símbolo de un elemento que se ha adicionado. Para modificar la velocidad de la reacción.

Por ejemplo:

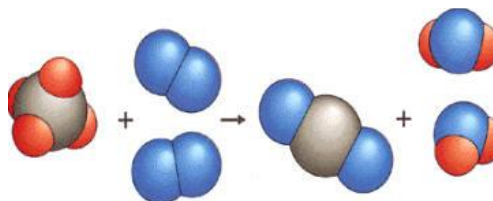
ECUACIÓN QUÍMICA	DESCRIPCIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN
$\text{AgNO}_3(\text{ac}) + \text{NaCl}(\text{ac}) \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3(\text{ac})$	Una mol de nitrato de plata previamente disuelto en agua (acuoso), se combina con una mol de cloruro de sodio previamente disuelto en agua (acuoso), para producir una mol de cloruro de plata en forma

	sólida y también una mol de nitrato de sodio acuoso.
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{ac})} + 6\text{NaOH}_{(\text{ac})} \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{ac})}$	Una mol de sulfato de aluminio acuoso se combina con seis moles de hidróxido de sodio acuoso para producir dos moles de hidróxido de aluminio sólido mas tres moles de sulfato de sodio acuoso.

Representaciones de nivel submicroscópico

Interpretación de procesos mediante partículas como electrones, átomos o moléculas, que no pueden ser directamente observadas.

Por ejemplo:



Representaría los átomos y moléculas para el proceso químico en el cuál una mol de metano (CH_4) se combina con dos moles de oxígeno (O_2) para obtener una mol de dióxido de carbono (CO_2) y dos moles de agua (H_2O). Es de anotar que las esferas de color gris representarían al carbono, las esferas rojas al hidrógeno y las esferas azules a oxígeno; si se tradujera esta representación a una ecuación química se visualizaría así:



Representaciones de nivel macroscópico

Son las que proceden de la realidad observable, es decir todo lo que podemos observar o palpar en un cambio químico.

Por ejemplo: si se pide representar el proceso de combustión y se usa algo parecido a la figura 1. se está haciendo una representación macroscópica ya que se muestra solo o que se puede ver.



figura 1. Representación macroscópica de un proceso de combustión

1 Completa los espacios vacios en la siguiente tabla

Descripción de la reacción Química	Representación mediante una ecuación Química	Representación submicroscópica	Representación macroscópica
El peróxido de bario (BaO_2) es un sólido de color blanco que se descompone para producir oxígeno gaseoso y óxido de bario.			
Al combinar hidróxido de sodio en solución (acuoso) que es incoloro con cloruro de níquel (NiCl_2) en solución (acuoso) que también es incoloro, se produce una reacción química en la cual se forma un precipitado de color verde que nos indica a formación de hidróxido de níquel $\text{Ni}(\text{OH})_2$			
	$\text{H}_2\text{SO}_4(l) + 2\text{NaCl}_{(s)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}_{(l)}$		

2 ¿Cuál o cuáles de las formas para representar lo que ocurre en una reacción química te parece más completa?
Argumenta tu respuesta.

Actividad 3

PRACTICA DE LABORATORIO: TIPOS DE REACCIONES QUÍMICAS

Objetivo

Conocer la clasificación de las reacciones químicas teniendo en cuenta comportamientos en común.

Fundamentación teórica

Para facilitar el estudio de las reacciones químicas, es necesario clasificarlas; muchas de ellas presentan comportamientos en común; estos comportamientos son usados para formar grupos categorías que son útiles para predecir los productos que se formaran. A continuación se presentan los tipos de reacciones químicas que se han establecido, según su comportamiento:

De Combinación o síntesis: Dos o más reactivos se combinan para formar un solo producto.



De descomposición: Es la ruptura de un compuesto en dos o más componentes.



De desplazamiento Simple: Un ión o átomo de un compuesto es reemplazado por un ión o átomo de otro compuesto:



De desplazamiento doble o doble sustitución: Dos compuestos reaccionan para formar dos compuestos nuevos, sin que ocurra cambio en el número de oxidación de los elementos



De oxido-reducción: En estas reacciones un elemento pierde electrones , a la vez estos electrones son aceptados por otro elemento participante de la reacción, es decir en estas reacciones hay cambio en el estado de oxidación de algunos elementos

Materiales y reactivos

MATERIALES	REACTIVOS
5 tubos de ensayo	Sulfato cúprico 0,1 M (CuSO_4)
1 Erlenmeyer de 200 mL	amoníaco NH_3
1 espátula	nitrato de plata (AgNO_3)
1 mechero	Acido clorhidrico 5% (HCl)
1 trípode	Magnesio metálico (Mg)
1 pinza para crisol	Azúcar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)
1 cuchara de combustión	Hierro en granallas (Fe)
1 malla de asbesto	Acido sulfurico 10% H_2SO_4
1 pipeta graduada de 10 mL	Cloruro de sodio NaCl
1 vidrio de reloj	

PROCEDIMIENTO

Para cada una de las reacciones que se realizaran a continuación deben tomar nota de todas las observaciones realizadas.

A. Reacción de síntesis

- Coloca 2 mL de la solución de amoníaco NH_3 en un vaso de precipitados; adicionar 2 mL de acido clorhidrico HCl
- Observa y toma nota de todo lo ocurrido en esta experiencia.

B. Reacción de descomposición

- Con la punta de la espátula toma una muestra de azúcar y deposítala en una cuchara de combustión limpia y seca.
- Calienta de forma suave hasta que se forme una masa líquida de color oscuro.

C. Reacción de desplazamiento simple

Toma un trozo pequeño de Magnesio metálico e introdúcelo en un tubo de ensayo; cuidadosa y lentamente adiciona 5 mL de ácido clorhídrico al 5%.

D. Reacción de desplazamiento doble

- Antes de esta prueba debes preparar una solución de cloruro de sodio de la siguiente manera: en un vaso de precipitados coloca 20 mL de agua y adiciona 2 gramos de cloruro de sodio. Marca el vaso de precipitados como "solución de cloruro de sodio"
- En un tubo de ensayo vierte 2 mL de solución de nitrato de plata (AgNO_3) y Cuidadosamente adiciona 2 mL de la solución de cloruro de sodio (NaCl) preparada previamente.

E. Reacción redox

- Colocar en un tubo de ensayos 5 mL de solución de CuSO_4 . Añadir dos granallas de hierro. Observar el fenómeno que tiene lugar.

ANALISIS DE RESULTADOS (se realiza por grupo de laboratorio)

1.Diligenciar a siguiente tabla con la descripción macroscópica de cada uno de los procesos llevados a cabo

A	B	C	D	E

2.Completar el siguiente cuadro

Proceso	Ecuación que representa el proceso llevado a cabo.	Tipo de reacción ocurrida	¿Cómo pueden argumentar que en realidad ocurrió un cambio químico?	¿Cómo pueden argumentar que la reacción es del tipo que se enuncia en la columna 3?
A	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$			

B	$2\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 35\text{O}_2 \longrightarrow 24\text{CO}_2 + 22\text{H}_2\text{O}$			

C	$\text{Mg} + 2 \text{HCl} \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$	Sustitución y oxido-reducción		
D	$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$			

--	--	--	--	--

E	$\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \longrightarrow \text{Fe SO}_4 + \text{Cu}$			
---	--	--	--	--

Actividad 4

REACCIONES DE OXIDO REDUCCION

Objetivo

Comprender las características de las reacciones redox, relacionándolas con el intercambio de electrones

Fundamentación teórica

Las reacciones de oxido-reducción son un tipo de reacciones químicas dónde hay transferencia de electrones entre los reactivos; en este proceso también conocido como redox hay pérdida de electrones por parte de una sustancia, a esta pérdida se le conoce como *Oxidación* debido a que las primeras reacciones que se estudiaron fueron con oxígeno; Simultanea a la oxidación ocurre una *reducción* donde una sustancia diferente gana electrones; la sustancia oxidada se conoce también como agente reductor ya que dona electrones a la sustancia que se reduce, mientras que la sustancia que se reduce actúa como agente oxidante porque acepta electrones de la sustancia oxidada.

Las reacciones de oxido reducción por conveniencia se visualizan como procesos en dos etapas, una de ellas muestra la pérdida y la otra muestra la ganancia de electrones; cada etapa se denomina semirreaccion y permite establecer el número de electrones transferidos en el proceso redox; la suma de las semirreacciones produce la reacción global.

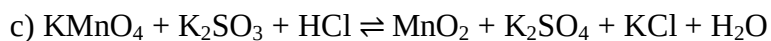
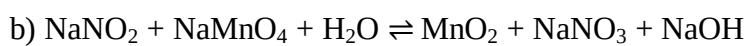
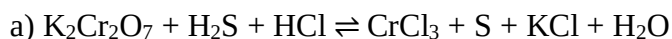
Estados de oxidación

También conocido como números de oxidación, representan el numero de cargas que tendría un átomo en una molécula o en un compuesto iónico si los electrones fueran transferidos completamente.

Los estados de oxidación permiten identificar a simple vista los elementos que se han oxidado y reducido; los elementos que muestran un aumento en el número de oxidación se han oxidado (pérdida de electrones) y los que muestran una disminución en este número se han reducido (ganancia de electrones). Chang (2002)

Desarrollo de la actividad

1. Consultar en la página 150 del libro de texto Quimic@ de editorial norma, el tema REACCIONES DE OXIDO REDUCCION, hacer una tabla con dos columnas, en la primera registrar los datos e ideas que comprendes y en la segunda los datos e ideas que no comprendes.
2. Estar atenta y participativa en la discusión que se realizará en el aula sobre el tema que consultaste; revisar la columna 2 de la tabla que realizaste previamente y verificar si las dudas persisten, en caso de ser así debes dar a conocer tus dudas hasta que todo quede claro.
3. Para las siguientes ecuaciones escribir los estados de oxidación de todos los reactivos y productos



4. Completar todas las casillas de la siguiente tabla, teniendo en cuenta las ecuaciones del punto 3.

Reaction	Semirreacciones de oxidación y reducción	Sustancia que gana electrones	Sustancia que pierde electrones	Agente oxidante
A	oxidación			
	reducción			

B	oxidación			
	reducción			
C	oxidación			
	reducción			

5. Si una sustancia gana electrones se dice que se reduce; explica porque a pesar que está ganando electrones el término usado es "reducción"

6. ¿Siempre que ocurra una oxidación necesariamente ocurrirá una reducción? Explica tu respuesta

7. ¿Puede haber reacciones de oxido-reducción en donde no haya presencia de oxígeno?
argumenta tu respuesta.

8. Lo que en nuestra cotidianidad conocemos como reacciones de oxidación son los procesos de corrosión de metales; es común escuchar términos como "se oxidó una puntilla", teniendo en cuenta este proceso responde las siguientes preguntas:

- a) Escribe la ecuación química para el proceso de oxidación de una puntilla de hierro en donde el producto sea oxido férrico y argumenta de la forma más amplia posible porque esta reacción es catalogada como una reacción redox.

- b) ¿En este caso el oxígeno se puede catalogar como donador o aceptor de electrones?
argumenta tu respuesta.

- c) ¿Es correcto afirmar que procesos cotidianos como la corrosión de un metal o el cambio de color de una manzana sean procesos de oxidación? Explica tu respuesta

Anexo 2

Instrumento I

3.5.1 Cuestionario Inicial y Final (Tiempo estimado 2 horas)

Nombre_____ Fecha_____

Experiencia: comportamiento del peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) con un trozo de papa

INTRODUCCIÓN

En nuestra vida cotidiana encontramos que la materia continuamente está sufriendo cambios; la experiencia que realizarás a continuación es un ejemplo de uno de ellos.

OBJETIVO

Conocer algunos cambios de la materia y explicar los factores que inciden en estos.

MATERIALES Y REACTIVOS

MATERIALES	REACTIVOS
1 vidrio de reloj	Peróxido de Hidrogeno 4% v/v
1 pipeta graduada de 10 mL	Muestra biológica: papa cruda
1 Pinza para crisol	
1 bisturí	

PROCEDIMIENTO

1. Lava y seca la papa muy bien y córtala a la mitad, no la laves después de realizar el corte.
2. Coloca una de las mitades sobre el vidrio de reloj y gota a gota adiciona 10 mL de peróxido de hidrogeno.
3. Toma nota de todo lo que observes.

A continuación encontrarás una serie de preguntas sobre la experiencia que acabas de realizar, **debes explicar amplia y claramente cada una de tus respuestas:**

1. ¿En el proceso realizado ocurrió un cambio físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta

2. ¿Qué sustancia y en qué estado de agregación se formó sobre la superficie de la papa y de dónde provino? Explica amplia y claramente tu respuesta

3. ¿La papa se puede clasificar como un elemento, compuesto o mezcla? Explica amplia y claramente tu respuesta

4. ¿El peróxido de hidrogeno se puede clasificar como un elemento, compuesto o mezcla? Explica amplia y claramente tu respuesta

5. ¿Lo ocurrido en la experiencia anterior se puede representar mediante una ecuación química? Explica amplia y claramente tu respuesta y de ser así representa el proceso mediante dicha ecuación.

6. ¿Si en lugar de usar peróxido de hidrogeno (agua oxigenada) usáramos alcohol antiséptico, crees que ocurriría lo mismo? Explica amplia y claramente tu respuesta

7. ¿Crees que exista alguna diferencia entre "ecuación química" y "reacción química"? De ser así en la experiencia anterior cuál de las dos ocurrió. Explica amplia y claramente tu respuesta

8. ¿Crees que algunas partículas subatómicas como electrones, protones o neutrones participaron en el proceso que observaste? si tu respuesta es positiva, cuales partículas y como participaron en este proceso. Explica amplia y claramente tu respuesta

9. Representa mediante dibujos, diagramas, símbolos o formulas lo que crees que ocurrió con átomos, moléculas, electrones y enlaces químicos en la experiencia realizada



10. Si realizáramos una experiencia diferente, por ejemplo dejar un clavo de hierro a la intemperie por varios días ¿Que ocurriría con el clavo? ¿el cambio ocurrido será físico o químico? Explica amplia y claramente tu respuesta

11. La experiencia del clavo de hierro a la intemperie se puede representar mediante una ecuación química? de ser así representa el proceso mediante dicha ecuación, indicando cuáles son los reactivos y cuales los productos. Explica amplia y claramente tu respuesta

12. ¿Habrá alguna similitud entre la experiencia de peróxido de hidrogeno con papa y el clavo de hierro a la intemperie? Explica amplia y claramente tu respuesta
