

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE
CHIAPAS.
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO.
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS.
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
NATURALES.**

**CAMBIO CONCEPTUAL EN EL TEMA DE REACCIÓN QUÍMICA
A TRAVÉS DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN EL
MODELAJE DE FENÓMENOS NATURALES COTIDIANOS EN
NIVEL SECUNDARIA.**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES.**

**PRESENTA
ZEÍN CAMACHO MARTÍNEZ.**

**DIRECTOR DE TESIS
DRA. ALEJANDRA GARCÍA FRANCO.**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS. JUNIO DE 2015.

**CAMBIO CONCEPTUAL EN EL TEMA DE
REACCIÓN QUÍMICA A TRAVÉS DE UNA
UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN EL
MODELAJE DE FENÓMENOS NATURALES
COTIDIANOS EN NIVEL SECUNDARIA.**

AGRADECIMIENTOS.

Antes que nada, quiero que este espacio valga para hacer extensivo mi agradecimiento a todas aquellas personas que estuvieron presentes, de distintas maneras, y permitieron que este momento y trabajo de investigación culminará de forma satisfactoria.

Primeramente, a Dios, por permitirme estar aquí y brindarme la oportunidad de que con mi práctica profesional tenga la posibilidad de formar a las futuras generaciones.

A mi esposa, Angélica, por todo su apoyo y comprensión para haber podido cursar la maestría y llevar a cabo la presente investigación. Por sus palabras de aliento en los momentos precisos para motivarme a seguir adelante y dar lo mejor de mí en todo momento y situación. Pero sobretodo, por su amor incondicional y por estar junto a mí siempre, en especial, cuando los giros de la vida me han puesto pruebas emocionales difíciles de superar. Gracias por el mejor regalo que la vida pudo darme, ya que ustedes son mi razón de ser.

A Santiago, el pequeño motor que hace girar mi mundo y me da la pauta para ser una mejor persona en todos los aspectos de la vida. Porque durante la investigación hizo que los desvelos y el tiempo de trabajo fueran más llevaderos con su sonrisa eterna y su mirada llena de ilusiones y amor.

A mi padre, Ceín Camacho Castro (Q.E.P.D.), porque al inicio de esta aventura estuvo siempre a mi lado, dándome los consejos y orientación necesaria para encausar mis metas y objetivos profesionales. Gracias, porque aún en tu ausencia física sigues siendo una guía y ejemplo.

A mi madre, Yolanda Martínez, por introducirme en el ámbito educativo y darme la posibilidad de explorar el vasto mundo de la enseñanza. Gracias también por tu ejemplo, compromiso y entrega profesional. Gracias por tu amor.

A la Dra. Alejandra García Franco, investigadora de la UAM, por todos y cada uno de los innumerables consejos, cuestionamientos, retos y sugerencias a lo largo del desarrollo de la investigación. Por haberme dado la posibilidad de trabajar a su lado y enfrentarme al constante escrutinio de mi propia práctica como docente. Gracias por la confianza y el tiempo, virtual y presencial, en el que tuvimos la posibilidad de dialogar y encausar de forma exitosa el presente trabajo de investigación.

A todos y cada uno de los colegas, compañeros y amigos de la maestría. Gracias Álvaro, Carlos, Cristina, Elianet, Elías, Elizabeth, Fleury, Flor, Gema, Leticia, Marina, Teresa y Vladimir, por todas y cada una de las experiencias y momentos vividos en los dos y año que tuvimos clases.

A los profesores Martha Patricia Zúñiga Morfín y Héctor Vázquez Martínez, por su apoyo e interés para participar en la investigación, gracias porque sin ustedes esto no hubiera sido posible.

Al Dr. Julio Cuevas Romo, por su apoyo, confianza y amistad durante y después de la maestría. Mi agradecimiento y reconocimiento porque aún sin ser su asesorado de tesis siempre tuvo el tiempo y espacio para brindarme su apoyo y orientación en distintos aspectos metodológicos.

A la Mtra. Sandra Aurora González Sánchez y la Dra. María de Lourdes Faustinos Garrido, lectoras de tesis, por sus comentarios y tiempo dedicado para mejorar el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	5
ÍNDICE	7
PREFACIO	10
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 PROBLEMA DE ESTUDIO.....	13
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.3 OBJETO Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	20
2.2 APRENDIZAJE Y TEORÍAS DEL APRENDIZAJE.....	20
2.3 ENFOQUES CONSTRUCTIVISTAS.....	23
2.4 EL ROL CONSTRUCTIVISTA DEL DOCENTE.....	25
2.5 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....	28
2.6 EL CAMBIO CONCEPTUAL Y SUS TEORÍAS.....	29
2.7 PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS.....	31
2.8 MODELAJE.....	37
2.9 REACCIÓN O CAMBIO QUÍMICO.....	42
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	44
3.1 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
3.2 MÉTODO PARA EL DISEÑO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA (UD).....	45
3.3 MÉTODO PARA LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA (UD).....	51

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PREVIA Y POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE LA UD.....	57
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES INDIVIDUALES.....	62
4.2.1 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 2 (ACTIVIDAD 1). IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN UNA REACCIÓN QUÍMICA DE OXIDACIÓN.....	62
4.2.2 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 2 (ACTIVIDAD 3 Y 4). MODELANDO EL INCREMENTO DE MASA EN LA OXIDACIÓN.....	66
4.2.3 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 6 (ACTIVIDAD 3). IDENTIFICACIÓN Y USO DEL MODELAJE A NIVEL DE PARTÍCULAS DE FENÓMENOS FÍSICOS Y QUÍMICOS.....	73
4.2.4 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 6 (ACTIVIDAD 5). CONCEPTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO FÍSICO Y FENÓMENO QUÍMICO.....	81
4.2.5 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 8 (ACTIVIDAD 4). EL USO DE MODELOS PARA LA COMPRESIÓN DE FENÓMENOS QUÍMICOS COTIDIANOS.....	87
4.2.6 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 8 (ACTIVIDAD 6). IMPORTANCIA DEL MODELAJE EN EL ESTUDIO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS.....	92
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES POR EQUIPO.....	96
4.3.1 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 1 (ACTIVIDAD 4). IMPORTANCIA DEL USO DE MODELOS PARA EL ESTUDIO DE FENÓMENOS NATURALES.....	96
4.3.2 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 3 (ACTIVIDAD 1 Y 2). RELACIÓN DE LA LEY DE LA CONSERVACIÓN Y EL TIPO DE SISTEMA EN EL QUE SE LLEVA A CABO UNA REACCIÓN.....	98
4.3.3 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 4 (ACTIVIDAD 2). EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA REACCIÓN QUÍMICA.....	100
4.3.4 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 5 (ACTIVIDAD 1 Y 2). MANIPULACIÓN, MODELAJE Y EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS QUÍMICOS ESTUDIADOS.....	102
4.3.5 ANÁLISIS DEL EJERCICIO 7 (ACTIVIDAD 8). EL PAPEL DEL SUBÍNDICE Y EL COEFICIENTE EN EL BALANCEO DE ECUACIONES.....	106
4.4 ANÁLISIS DE CAMBIO CONCEPTUAL EN LOS MODELOS INDIVIDUALES.....	109
4.5 COMENTARIOS DE LA ENTREVISTA REALIZADA AL DOCENTE APLICADOR DEL GRUPO ANALIZADO.....	114

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	116
5.1 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	117
5.2 REFLEXIONES ACERCA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	120
ANEXOS	
ANEXO 1. FORMATO DE EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PREVIA Y POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE LA UD.....	124
ANEXO 2. UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL DOCENTE.....	126
ANEXO 3. UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL ALUMNO.....	146
ANEXO 4. MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LOS APRENDIZAJES ESPERADOS CONSIDERADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	171
ANEXO 5. BITÁCORA DE OBSERVACIONES.....	174
ANEXO 6. TABLAS DE RESULTADOS PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INDIVIDUALES ANALIZADAS.....	185
ANEXO 7. TABLAS DE RESULTADOS PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANALIZADAS POR EQUIPO.....	206
ANEXO 8. ENTREVISTA REALIZADA AL DOCENTE APLICADOR DEL GRUPO ANALIZADO.....	212
FUENTES DE CONSULTA.....	215

PREFACIO.

En la presente investigación se analiza y discute la repercusión de la aplicación de una unidad didáctica diseñada para lograr el cambio conceptual en contenidos relacionados con el tema de reacción química perteneciente al programa de la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química del nivel secundaria. El trabajo de campo se llevó a cabo con estudiantes de la Escuela Secundaria del Estado “José María Luis Mora” turno vespertino y del Colegio Bilingüe “Emilio Rosenblueth”, ubicados en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, a finales del mes de febrero e inicios del mes de marzo del año 2014. Para ello, las actividades diseñadas en la unidad didáctica partieron del modelaje macroscópico y microscópico de fenómenos naturales cotidianos, con la finalidad de que los estudiantes comprendieran la importancia del modelaje como una herramienta didáctica que les permite aproximarse y comprender de mejor manera su entorno.

En el primer capítulo se aborda la explicación de la problemática a partir de la cual surge la inquietud de llevar a cabo la presente investigación dentro del marco de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales, explicando los objetivos que persigue la investigación, así como el objeto y las preguntas de investigación que se buscarán responder al final de la investigación. De igual manera, se sustenta la pertinencia de la investigación tomando en consideración las necesidades de educativas actuales que influyen la enseñanza de la Química en los niveles básicos del sistema educativo.

A su vez, en el capítulo dos se presentan los referentes teóricos bajo los cuales se rigió la investigación, yendo desde la conceptualización de *aprendizaje* y los *enfoques constructivistas*, pasando por el *rol del docente* que fomente los *aprendizajes significativos* necesarios para alcanzar el *cambio conceptual*. Para ello, se retoman ciertos aspectos para el diseño adecuado de una *unidad didáctica* en la cual se utilice el *modelaje* como estrategia didáctica para favorecer la comprensión de los contenidos relacionados al *cambio químico*.

Posteriormente, en el capítulo tres se presentan y desarrollan los preceptos metodológicos bajo los cuales se diseñó y aplicó la unidad didáctica con la finalidad

de lograr en los estudiantes un cambio conceptual en los contenidos temáticos relacionados a la reacción química.

En el cuarto capítulo se presenta la categorización y análisis que se hizo de las respuestas que los alumnos proporcionaron tanto en actividades individuales como en actividades por equipo, haciendo mención en cómo los estudiantes conciben el cambio químico a lo largo del desarrollo de la unidad didáctica.

Finalmente, en el quinto capítulo se presentan tanto las conclusiones a las cuales se llegó al haber concluido la investigación, como los logros y recomendaciones que se consideran pertinentes en referencia al diseño y aplicación de la unidad didáctica basada en el modelaje para lograr el cambio conceptual en los estudiantes en el tema de reacción química. Asimismo, de forma adicional, se presentan distintos anexos relacionados tanto con la parte metodológica como con la categorización y análisis de resultados.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA DE ESTUDIO

En casi diez años de trabajar como docente de Ciencias en nivel Secundaria, he notado que cada vez es más marcado el poco interés que presentan los jóvenes en su formación académica, lo cual suele ser aún más notorio en las asignaturas concernientes a las ciencias duras en los tres grados, particularmente cuando el énfasis es en el área de Química. Dicha percepción respecto a las materias de las ciencias exactas coincide con lo expuesto por Díaz Barriga (2009), Gil Pérez, Sifredo, Valdés y Vilches en Gil Pérez y cols. (2005), así como por Osborne (2002) quienes consideran que el fracaso escolar relacionado a la falta de interés de los jóvenes por el estudio de las ciencias, es un fenómeno que no sólo se presenta en América Latina, sino también en los países desarrollados.

De igual manera, consideran que esta situación se debe en cierta medida en que a pesar de que un gran número de países ha llevado a cabo reformas en sus sistemas educativos, así como en el currículum de las asignaturas, no han sido diseñadas para promover una cultura científica en la que los conocimientos de los jóvenes respecto a la ciencia vaya más allá del ámbito educativo, sino que más bien han tendido a una visión eficientista de la educación. Considero relevante mencionar que dentro del marco de la investigación, “los temas que presentan mayores dificultades a los estudiantes de Química son los relacionados con el cambio químico (formulas, reacción química, estequiometría, equilibrio químico)” (Cárdenas, 2006, pág. 343), situación que resulta curiosa y a la vez preocupante dado que el núcleo sobre el cual gira la asignatura es dicho tema.

Debido a esto, y considerando las ideas de Pozo y Gómez Crespo (2009) respecto a la poca relación que los estudiantes encuentran entre lo aprendido en la escuela con su vida cotidiana, consideramos necesario que los docentes dentro de su quehacer diario planteen actividades en las que los jóvenes pongan en juego sus capacidades cognitivas para la resolución de situaciones cotidianas, mientras que al mismo vayan desarrollando actitudes y habilidades relacionadas a una cultura científica. Debido a esto, la parte toral de la investigación consistirá en el diseño, elaboración e implementación de una Unidad Didáctica enfocada a facilitar la

comprensión de forma integral de distintos contenidos temáticos de relacionados con el cambio químico, presentes en el programa de Ciencias 3 de Educación Básica del Plan 2011. De tal manera, las actividades a desarrollar en la unidad didáctica, tal y como consideran Caamaño y Oñorbe (2004) e Izquierdo (2006), deben tomar en cuenta las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y al mismo tiempo facilitar la superación de las mismas, ya que si no se hace de dicha manera, lo que se enseña genera frustración no solo en los estudiantes, sino también en los docentes que imparten la asignatura de Química.

Asimismo, en lo personal he notado que aunado al hecho de que la Química enseñada típicamente resulta ser demasiado abstracta para los alumnos, la mayoría de éstos “aprenden” solo para presentar los exámenes y por lo tanto lo aprendido se mantiene poco tiempo como una estructura cognitiva del individuo. Al respecto, Díaz Barriga (2009), Pozo y Gómez Crespo (2009), y Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996), consideran que las dificultades de aprendizaje de los alumnos respecto a la poca duración de lo aprendido y la poca comprensión de contenidos abstractos, se deben en gran medida a que las actividades que el docente realiza con sus estudiantes se enfocan a la repetición y mecanización del conocimiento, a pesar de que el sistema educativo preponderante busca el desarrollo de competencias y habilidades.

En el caso de México, Díaz Barriga considera que el sistema educativo es completamente incongruente, debido principalmente, a que lo expuesto en el Plan 2011 de Educación Básica (SEP, 2011b) no se ve reflejado ni en las evaluaciones internas de los centros educativos, ni en las evaluaciones sistematizadas que aplica la SEP, las cuales siguen enfocándose en la adquisición memorística de los contenidos, en vez de evaluar la construcción de conocimiento que puedan externar los jóvenes. Para Osborne (2009) esta situación resulta preocupante ya que el propósito de la educación no es funcionar como un colador que clasifica a la gente de acuerdo con los talentos y capacidades que ya tiene, sino más bien, desarrollar y estimular las habilidades que cada individuo posee.

En concordancia con esto, Izquierdo (2006) considera que las modificaciones hechas en los planes y programas de estudio de la asignatura de Química han

afectado más la forma que el fondo. De igual manera, Treagrust, Chittleborough y Mamiala (2002) consideran que aprender ciencias requiere que los estudiantes se apropien de las nuevas ideas y conceptos, que los interioricen, reconstruyan, y puedan explicarlos o comunicarlo a otros, en definitiva, que elaboren sus propios modelos al respecto durante el aprendizaje.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO PRINCIPAL

- ✓ Determinar cómo una unidad didáctica basada en el modelaje favorece el aprendizaje del tema de Reacción Química de la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química del nivel Secundaria.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ✓ Diseñar una secuencia didáctica que facilite la comprensión de los contenidos referentes al tema de reacción química.
- ✓ Aplicar una unidad didáctica basada en el modelado de reacciones químicas.
- ✓ Analizar las modificaciones conceptuales de los estudiantes en el desarrollo de las actividades de la secuencia didáctica diseñada.
- ✓ Evaluar el papel del modelaje como herramienta para mejorar la comprensión y resolución de ecuaciones químicas por parte de los estudiantes.
- ✓ Analizar la pertinencia de la secuencia didáctica aplicada para el contenido temático de reacción química.

1.3 OBJETO Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

OBJETO

Repercusión del uso de una *secuencia didáctica* basada en el *modelaje* como estrategia para promover el *cambio conceptual* en alumnos de Tercer Grado de secundaria en el tema de *Reacción Química* de la asignatura de Ciencias3 con énfasis en Química.

PREGUNTA PRINCIPAL DE INVESTIGACIÓN

- ⊕ ¿Cómo influye la aplicación de una unidad didáctica basada en el modelaje y la utilización de modelos para lograr el cambio conceptual en los contenidos temáticos relacionados con las reacciones químicas en alumnos de tercer grado de secundaria que cursan la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química?

PREGUNTAS PARTICULARES DE LA INVESTIGACIÓN

- ⊕ ¿De qué manera el uso de modelos modifica las ideas previas de los estudiantes al explicar un cambio químico?
- ⊕ ¿Qué impacto tiene la utilización de modelos en la resolución de ecuaciones químicas previo a la resolución abstracta de las mismas?
- ⊕ ¿Qué conceptos son utilizados por los estudiantes de la asignatura de Ciencias 3 al utilizar el modelaje como estrategia didáctica para abordar el tema de Reacción Química?
- ⊕ ¿Cuál es la pertinencia de la unidad didáctica diseñada para favorecer la comprensión del cambio químico?

1.4 JUSTIFICACIÓN

Partiendo del planteamiento de problema mencionado con anterioridad, así como en el hecho de que “la investigación educativa evidencia que el estudiante desarrolla una variedad de modelos erróneos sobre las reacciones químicas... y por ello es importante emplear actividades para diagnosticar (e investigar) qué piensan los estudiantes” (Kind, 2004, págs. 84-85), considero que la investigación puede resultar sumamente útil para mejorar y aplicar estrategias didácticas que redunden en una mejor comprensión de los contenidos temáticos relacionados al cambio químico. Si conocemos lo que los estudiantes piensan acerca del cambio químico y tomamos en cuenta los factores mencionados en el problema de estudio (falta de interés de los estudiantes en su proceso formativo, uso de estrategias didácticas con poco o nulo impacto en el aprendizaje significativo, etc.), la investigación aquí planteada puede repercutir de forma significativa en el interés, rendimiento, y sobre todo, el aprendizaje de los jóvenes en el área de la Química.

Todos los docentes nos encontramos frente a una encrucijada respecto a cómo lograr que nuestros estudiantes aprendan lo que se supone deben aprender. Por ello, surge en mí la inquietud de llevar a cabo una investigación en la que se promueva la utilización de estrategias didácticas que redunden directamente en el aprendizaje y trabajo cotidiano de los estudiantes. Así bien, considero que dicha estrategia, no sólo debe buscar el logro de los aprendizajes esperados en los jóvenes, sino que además debería fomentar en ellos el interés por el trabajo e investigación científica escolar.

Debido a esto, se tomarán como punto de partida las ideas de Izquierdo con respecto a los objetivos que la educación química debe perseguir hoy en día, los cuales van dirigidos a:

“(…) seleccionar los contenidos de química que deben estar presentes en un currículum equilibrado de química, mejorar la comprensión de los conceptos y modelos químicos, contextualizar los contenidos, de manera que los estudiantes puedan adquirir conciencia de la utilidad y aplicabilidad de los conceptos y modelos que aprenden, y promover una mejor apreciación de la naturaleza de la química y sus implicaciones sociales”. (Izquierdo, 2007, pág. 37)

Así bien, la investigación partirá del diseño y aplicación de una unidad didáctica, que retomará un enfoque de tipo constructivista en la que los alumnos utilicen el modelaje como apoyo para comprender distintos aspectos y características de las reacciones químicas. De acuerdo a lo expuesto por García, Ramos y Sandoval (2010), existe una enorme necesidad de buscar alternativas didácticas que favorezcan la comprensión y apropiación de contenidos científicos, enfocadas no solo al dominio conceptual, sino a un verdadero entendimiento de los fenómenos naturales. De igual manera, Sánchez Blanco y colaboradores (1997) consideran necesaria la realización de trabajos de investigación que involucren la planificación de secuencias didácticas, debido principalmente a que su proceso de elaboración permite la integración de distintos elementos como lo son la profundización en los conocimientos científicos, la incorporación de hallazgos didácticos, además de la propia experiencia de los docentes. Aunado a esto, también consideran que la aplicación de una UD debe favorecer la aparición de elementos que conlleven a la reflexión para el diseño de temas que se abordan en distintos niveles educativos.

Las actividades que se plantearán dentro de la unidad didáctica (UD) para el tema de reacción química, no sólo buscarán generar interés en los jóvenes, sino también que ellos relacionen y vinculen conocimientos científicos en su trabajo escolar a través del estudio de fenómenos cotidianos, manteniendo en todo momento un incremento en la demanda a nivel cognitivo en las actividades que se les planteen resolver. En consecuencia, el presente trabajo de investigación busca impactar directamente en el desarrollo del pensamiento científico de los jóvenes, beneficiando al mismo tiempo a la comunidad estudiantil en su proceso de aprendizaje así como en el establecimiento y fomento de una cultura científica escolar.

Con la investigación también se pretende apoyar a los docentes que imparten la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química, al brindarles una alternativa didáctica sustentada en el aprendizaje constructivista a través del uso de modelos en la ciencia, tanto en el estudio de fenómenos cotidianos y en el laboratorio escolar, así como en la resolución de ecuaciones químicas, coincidiendo con las ideas de Kind (2004) y Leach y Scott (2003) quienes consideran necesario que la enseñanza de las ciencias se centre en las distintas formas de explicar y pensar acerca de un fenómeno, más que en los fenómenos en sí mismos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

Tomando en consideración lo expuesto hasta el momento, la investigación girará en torno a la elaboración de una *secuencia didáctica* bajo el enfoque del *constructivismo*, en la que se buscará que los estudiantes alcancen *aprendizajes significativos* a través del *cambio conceptual*, para lo cual, las actividades estarán diseñadas para que los alumnos utilicen el *modelaje* y desarrollen *modelos* que les permitan comprender el tema de *reacción química* tanto a nivel macroscópico como microscópico. Para ello, es importante que se definan con claridad algunos conceptos y puntos de vista que nos serán de utilidad para comprender el planteamiento general de la investigación.

2.2 APRENDIZAJE Y TEORÍAS DEL APRENDIZAJE

Es importante comenzar comprendiendo el concepto de aprendizaje, ya que la investigación girará en torno al logro de los aprendizajes esperados referentes al cambio químico. De tal manera, hablando propiamente de aprendizaje, Pérez Gómez (1996) en Pérez Gómez y Gimeno Sacristán, menciona que el aprendizaje puede estudiarse dentro de dos tipos de familias, la primera engloba las teorías asociacionistas de condicionamiento, también llamadas de estímulo-respuesta, y una segunda familia agrupa las teorías mediacionales del aprendizaje. Dentro de cada familia se agrupan distintas teorías:

1. *Las teorías asociacionistas de condicionamiento, de E-R*, dentro de las cuales pueden distinguirse dos corrientes:
 - a. Condicionamiento básico: Pavlov, Watson, Guthrie.
 - b. Condicionamiento instrumental u operante: Hull, Thorndike, Skinner.
2. *Las teorías mediacionales*, dentro de las que pueden distinguirse múltiples corrientes con importantes matices diferenciadores:
 - a. Aprendizaje social, condicionamiento por imitación de modelos: Bandura, Lorenz, Tinbergen, Rosenthal.
 - b. Teorías cognitivas, dentro de las cuales distinguiremos a su vez varias corrientes:
 - Teoría de la Gestalt y psicología fenomenológica: Kofka, Köhler, Vhertheimer, Maslow, Rogers.
 - Psicología genético-cognitiva: Piaget, Bruner, Ausubel, Inhelder.

- Psicología genético-dialéctica: Vigotsky, Luria, Leontiev, Rubinstein, Wallon.
- c. La teoría del procesamiento de información: Gagné, Newell, Simon, Mayer, Pascual, Leone. (Pérez Gómez, 1996, pág. 38)

De igual manera, dicho autor considera que la clasificación del aprendizaje, y por ende la elección de alguna de estas categorías, se sustenta en la concepción intrínseca que se le da al aprendizaje; de tal manera, la primer familia concibe a éste en mayor o menor grado como un proceso ciego y mecánico de asociación de estímulos (E) y respuestas (R) provocado y determinado por condiciones externas, haciendo a un lado la intervención de variables mediadores que participen en dicho proceso. A su vez, en la segunda familia se considera que en todo aprendizaje intervienen, de forma más o menos decisiva, las peculiaridades internas del proceso; por ende, el aprendizaje es un proceso de conocimiento y comprensión de relaciones, donde las condiciones externas actúan mediadas por las condiciones internas. En consecuencia, Pérez Gómez considera que la explicación de cómo se construyen, condicionados por el medio, los esquemas internos que intervienen en las respuestas conductuales, es el problema central y el propósito prioritario de las teorías del aprendizaje mediacional.

Así bien, la UD que se diseñará y aplicará en la investigación, buscará generar que los alumnos alcancen distintos aprendizajes referentes al cambio químico desde el enfoque de las teorías cognitivas. Partiremos del enfoque cognitivo del aprendizaje debido a que partiremos de la exploración de las ideas que los jóvenes poseen, con la finalidad de que a través de distintas actividades tanto individuales como en colectivo, los estudiantes se aproximen al conocimiento aceptado por la comunidad científica.

Respecto a las teorías cognitivas Driver (1988) considera que los individuos cognoscentes utilizan “construcciones mentales” o “esquemas” para interpretar nuevas situaciones, los cuales son construidos de forma activa ya que el sujeto incorpora los esquemas que posee al enfrentarse a una situación y tratar de comprenderla. Por consiguiente, Driver nos dice que lo que se aprende no depende solamente de las características de la situación presentada, sino de los esquemas que tiene disponibles el sujeto que aprende.

Para Brown (2003, pág. 32) la utilización y comprensión de dichos esquemas cognitivos previos, es un proceso conformado por cinco etapas:

1. Engranaje: Uno de los propósitos principales de la actividad de engranaje consiste en introducir el tema que se está investigando a través de cuestionamientos, de manera dinámica e interesante esperando que de esa manera se aumente la conciencia del estudiante con respecto al tema.
2. Exploración: Los estudiantes se exponen al concepto a través de un enfoque práctico y constructivista a través del trabajo cooperativo en grupos. Diseñan, experimentan, hacen observaciones, recolectan y analizan la información teniendo como guía las preguntas identificadas en el primer paso del ciclo. Una vez que los estudiantes hayan recolectado la información y hayan intentado responder las preguntas propuestas, comparten su información con otros estudiantes y con el facilitador.
3. Explicación: El facilitador sintetiza la información del estudiante y formaliza los conceptos aprendidos a través de la aplicación de los términos a patrones y procesos que surgen durante el desarrollo de la actividad de exploración.
4. Elaboración: Consiste en una serie de preguntas consecutivas que se formulan a través de experimentos posteriores o, en algunos casos, discusiones o lecturas. Las actividades de elaboración permitirán que los estudiantes apliquen los conceptos investigados en un contexto o circunstancia diferente. Estas actividades refuerzan los conceptos aprendidos esperando que los estudiantes los recuerden durante un plazo de tiempo mayor.
5. Evaluación: El ciclo de aprendizaje concluye con una evaluación formal que permitirá saber la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes. (...).

De igual manera, dicho autor considera que uno de los errores más comunes en la educación se origina al considerar que los estudiantes no tienen conocimiento previo del concepto que estudiarán, siendo que en la mayoría de los casos los estudiantes ya poseen una comprensión básica del concepto antes iniciar una lección. Así bien, a través de este ciclo, los estudiantes comienzan el aprendizaje tomando como punto de partida los esquemas que ya poseían acerca del concepto o conceptos abordados en clase, y con la ayuda de las actividades y preguntas guía que el docente-facilitador propone en las dos primeras etapas, los alumnos modifican sus esquemas iniciales ya que elaboran unos nuevos que contemplan las variables añadidas a lo largo del ciclo de aprendizaje. Es en este punto en donde reside la importancia del aprendizaje, en la forma en que los esquemas que un individuo posee y pueden verse alterados o modificados por situaciones nuevas para el sujeto, podemos aproximarnos al establecimiento de un esquema nuevo o alternativo bajo el cual cada individuo alcanzará un nuevo conocimiento. En palabras más sencillas, consideramos que el punto central del aprendizaje reside en el hecho de que los conocimientos que poseamos se encuentran en constante modificación debido a la exposición a nuevas situaciones o información.

2.3 ENFOQUES CONSTRUCTIVISTAS

De tal manera, para poder lograr que los estudiantes en verdad modifiquen los esquemas que poseen respecto a un tema en concreto, la enseñanza que se les imparta debe tender a esa misma modificación de estructuras cognitivas. Dentro de los distintos enfoques que existen para la enseñanza, la investigación considerará a la postura teórico-epistemológica del constructivismo como eje del proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que es el enfoque predominante en los sistemas educativos actuales, y referente para el sistema educativo mexicano. Al respecto, Hernández Rojas menciona que los siguientes aspectos pueden ser considerados como referentes a las características de esta teoría:

(...)Es una explicación alternativa epistemológica de cómo se genera y cómo se transforma el conocimiento, en la que se sostiene una importante implicación e intervención tanto del sujeto como del objeto de conocimiento (la realidad). (...)Es una propuesta en la que se sostiene que el conocimiento no es una copia o reflejo de la realidad sino una auténtica construcción. Dicha construcción supone adoptar una perspectiva relativa de lo que es la realidad que se describe. (...)Una propuesta en la que se recupera el sujeto cognoscente en la problemática del acto de conocimiento o de aprendizaje al reconocérsele como un constructor, re-constructor o co-constructor de una serie de representaciones o interpretaciones sobre la realidad (ya sea de

estructuras, esquemas, estrategias, teorías implícitas, discursos o formas de pensamiento). Dichas representaciones le ayudan a comprender la realidad y a construirse a sí mismo (2008, pág. 41).

Por consiguiente, podemos decir que el individuo o sujeto cognoscente se encuentra inmerso en un constante reacomodo de su conocimiento y de su ser en sí mismo, ya que al modificar constantemente su bagaje de conocimientos también se modifica la forma en que observa y relaciona con su entorno físico y social. De tal manera, la postura constructivista de la investigación partirá tanto de las ideas cognitivas de Bruner (1986) (1990), Piaget (1961) (1964) y Piaget y García (2008), buscando concordancia con las ideas del constructivismo dialéctico expuestas por Vygotsky (1962) (1978).

Así bien, Saada-Robert y Brun (1996) y Vergnaud (1996) retoman las ideas del constructivismo cognitivo expuestas por Jean Piaget al considerar que el individuo forja sus conocimientos a través de sus propios mecanismos de desarrollo (equilibración, abstracción simple y reflexiva, toma de decisiones) al estar en contacto con situaciones variadas, y al hacerlo, *interiorizará* la acción y la percepción de las cosas, permitiéndole al individuo comprender un conocimiento. Por lo tanto, podemos considerar que el sujeto se construye progresivamente al mismo tiempo que se estructura cognitivamente a sí mismo, es decir, utiliza sus conocimientos para construir otros nuevos aplicables a distintas situaciones. Dicha situación, puede verse complementada por los *actos de mediación* que Bruner (1990) considera necesarios para que un individuo se apropie mejor de un conocimiento.

De tal manera, cabe mencionar que la abstracción del mundo no se lleva a cabo de forma aislada por el individuo, ya que al vivir en sociedad, estamos sujetos a la interacción con otros individuos, lo cual da aún mayor riqueza a la reconstrucción de nuestros conocimientos o estructuras cognitivas. Es en este sentido en donde retomaremos las ideas expuestas por Vygotsky acerca del constructivismo sociocultural respecto al aprendizaje y el desarrollo de las habilidades cognitivas, cuando Vygotsky (1978, pág. 128) dijo que las funciones mentales de tipo superior tienen su origen en la vida social. Del mismo modo, Vygotsky (1962) considera que la zona de desarrollo próximo (ZDP) es un rasgo esencial del aprendizaje, ya que en ella el individuo relaciona sus esquemas

cognitivos con los de otro u otros semejantes, ya sea una persona adulta como el docente, o bien, un compañero más preparado o a su mismo nivel.

Por lo tanto, retomando ambos enfoques constructivistas, García (2000) los relaciona mencionando que:

“(…) los procesos constructivos consisten en un juego dialéctico que conjuga la organización de las propias acciones con la organización de los “datos” del mundo exterior provenientes de las interacciones sujeto/objeto. ... Las inferencias y constataciones dan lugar a nuevas asimilaciones que incluyen *reinterpretaciones* de los “datos” provenientes de las asimilaciones y acomodaciones previas”. (pág. 110)

Respecto a esto, podemos remitirnos a las ideas de Bruner (1990), quien considera que el hecho de negociar y renegociar los significados divergentes –ideas previas o alternativas- que tienen los individuos acerca de la realidad, es uno de los logros más sobresalientes del desarrollo humano no solo a nivel cognitivo, sino también a nivel cultural. De tal manera, la investigación buscará que los estudiantes den sentido a la interpretación de su entorno y realidad a partir un proceso de construcción y reconstrucción acerca de su cotidianidad.

2.4 EL ROL CONSTRUCTIVISTA DEL DOCENTE

Así bien, llegará el momento en que todo docente se confronte a sí mismo cuestionándose si su desempeño profesional está siendo el adecuado o no, ya sea por su propia percepción o bien por los resultados de sus estudiantes, y es entonces cuando surge el momento en el cual el docente debe ver en retrospectiva su quehacer diario y ubicar en qué situación se encuentra como educador. Por lo tanto, es necesario que cuando el docente analice su quehacer diario como educador, tenga presente que para lograr que sus estudiantes obtengan resultados y logros significativos en su proceso de enseñanza-aprendizaje, debe poseer ciertos atributos y habilidades.

Al respecto, Gil Pérez considera que todo docente de ciencias debe poseer y desarrollar los siguientes requerimientos para llevar a cabo su quehacer docente de manera adecuada:

1. Conocer la materia a enseñar.
2. Conocer y cuestionar el conocimiento docente espontáneo.
3. Adquirir conocimientos teóricos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.
4. Realizar una crítica fundamentada de la enseñanza habitual.
5. Saber preparar las actividades de aprendizaje.
6. Saber dirigir la actividad de los alumnos.
7. Saber evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
8. Implicarse en tareas de investigación e innovación. (1991, pág. 73)

Al respecto García Franco y Garritz hacen referencia a Magnusson y colaboradores acerca de algunas de las dudas más comunes para los docentes, entre las que podemos mencionar las siguientes: *¿Qué debo hacer con mis estudiantes para ayudarlos a entender este concepto científico? ¿En qué materiales me puedo apoyar? ¿Qué cuestiones es posible que mis estudiantes sepan ya y cuáles otras serán difíciles para ellos/ellas? ¿Cuál es la mejor manera de evaluarlo que mi estudiantes han aprendido?* (García Franco & Garritz Ruíz, 2006, pág. 112).

En consecuencia, los profesionales de la educación deberíamos abocarnos no solo a explorar las ideas previas de nuestros estudiantes, sino más bien centrarnos en utilizar los esquemas que poseen los alumnos respecto a algún tópico que se vaya a estudiar a través de una o varias estrategias didácticas bien definidas y encaminada a hacer que los esquemas previos de los estudiantes se modifiquen de forma tal que el sujeto cognoscente logre un aprendizaje. Pero para que ello ocurra, los docentes no debemos olvidar que en el ámbito educativo la responsabilidad recae directamente en el profesorado, adoptando una postura y participación como facilitador o guía. De igual manera, el docente es y será el encargado en todo momento de velar porque los estudiantes lleven de forma adecuada y satisfactoria su proceso de aprendizaje a través de estrategias constructivistas que tomen en consideración las ideas previas que ellos poseen en pro de alcanzar aprendizajes significativos.

Por consiguiente, debemos tener presente en todo momento que el rol del docente cobra mayor relevancia que la de “sólo” fungir como guía de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, ya que su quehacer tomará un mayor grado de complejidad al tener que considerar las diversas demandas y naturaleza de las ideas previas, así como de las estructuras cognitivas que se están construyendo en las distintas etapas del aprendizaje de los jóvenes.

Scott y sus colaboradores (1994) dejan en claro que el docente deberá ir introduciendo -a través de cuestionamientos- nuevas ideas o puntos de vista del fenómeno o situación que se esté estudiando, persuadiéndolos acerca de la veracidad y utilidad de los nuevos puntos de vista en *pro* de que los alumnos logren comprender nuevos conceptos y modifiquen las estructuras cognitivas que ya poseían. Por su parte, Bravo, Eguren y Rocha (2010), así como Lacueva (2010), hacen las siguientes consideraciones respecto al rol que los docentes deben llevar a cabo dentro de un proceso de enseñanza-aprendizaje con enfoque constructivista:

- Diseñador y propulsor de actividades para la explicitación, reflexión y modificación de ideas a través de la toma de decisiones.
- Planificador y gestor de ambientes de aprendizaje.
- Guía y monitor de la discusión entre los estudiantes.
- Evaluador formativo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por lo tanto, si bien desde el punto de vista del constructivismo el docente no es el que decide qué aprenden los estudiantes, dado que éstos son los únicos responsables de la construcción de su conocimiento, es importante resaltar que la labor del profesor es vital para la construcción del conocimiento. No solo las actividades que disponga para sus estudiantes, sino también la forma en la que promueva la discusión, así como las herramientas que facilite a los estudiantes para poder sacar adelante los retos cognitivos que se planteen en clase, serán determinantes para la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes. En síntesis, la presencia, capacidad y desempeño del docente resultan muy importantes dentro del constructivismo al tener un rol de guía para los estudiantes en la construcción de nuevos conocimientos resulta primordial para alcanzar los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.5 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Aunado a las consideraciones mencionadas respecto al enfoque constructivista y el rol del docente dentro de dicha corriente, en la investigación se pretende lograr que los alumnos alcancen aprendizajes significados relacionados con el cambio químico. Así bien, en el marco de la investigación se tomarán en cuenta las ideas constructivistas expuestas por Ausubel, Novak & Hanesian (1983) referentes al aprendizaje significativo, las cuales consideran que la esencia de éste reside en que las ideas expresadas simbólicamente por el alumno son relacionadas no de modo arbitrario, sino de forma sustancial con lo que él ya sabe al respecto, expresándolo manifiestamente con algún aspecto primordial de sus estructuras de conocimientos.

De forma más sencilla, Beltrán y Acosta (2003) mencionan que el aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información se conecta con un concepto relevante, pre-existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de soporte para las primeras.

Dicho de otra manera, para Acosta (2010) y Díaz-Barriga Arceo con Hernández Rojas (2002), la importancia del aprendizaje significativo radica en el hecho de que solo se presentará si el aprendiz o sujeto cognoscente llega a establecer relaciones sustanciales y novedosas de la información que ya poseía con la que se va a aprender, ya que si las relaciones que el alumno realiza son arbitrarias y memorísticas del conocimiento que recibe, el aprendizaje alcanzado será repetitivo y no significativo. Para poder lograrlo, el individuo va descubriendo hechos nuevos, va formando conceptos diferentes, infiere y establece relaciones entre la información que poseía con la información nueva a la que está siendo expuesto, para finalmente llegar a generar productos cognitivos originales que antes no poseía, por lo que no su conocimiento no se restringe al establecimiento de asociaciones memorísticas.

De tal manera, podemos afirmar que cuando el individuo alcanza aprendizajes significativos, sus estructuras cognitivas se ven modificadas al ir

incorporando nueva información. Así bien, dichas modificaciones cognitivas deben resultar importantes para el individuo con respecto a la perspectiva que tienen acerca de su entorno, ya que en caso de no serlo, perdería significancia con respecto a vida cotidiana.

2.6 EL CAMBIO CONCEPTUAL Y SUS TEORÍAS

García Franco y Flores (2004) consideran que cuando los estudiantes comienzan con la educación formal ya poseen conocimientos previos que fueron construyendo a través de la interacción con su entorno, los cuales en muchas ocasiones se encuentran alejados de lo aceptado por la comunidad científica. De igual manera, estos autores explican que cuando ocurre una modificación de dichos conocimientos previos, o esquemas previos, construidos a partir de la experiencia cotidiana hacia una concepción cercana a las concepciones científicas se denomina *cambio conceptual*. Lógicamente para que dicho cambio se dé, el individuo cognoscente debe ir agregando información nueva a su idea inicial, provocando cambios secuenciales que con el tiempo podrían llegar a modificar por completo la idea inicial en caso de que esta se encontrara muy alejada de la idea aceptada por la comunidad científica.

Por su parte, Solís Villa (1984, pág. 85 y 86) retoma las ideas de Posner y colaboradores acerca de las posibilidades de cambio conceptual que existen, mencionando dos tipos, la *asimilación* y la *acomodación*, términos retomados a su vez de Piaget, pero con diferente connotación, conceptualizándolos de la siguiente manera:

- a) *Asimilación*. El individuo utiliza la información nueva (*asimila*) a la que se enfrenta para interpretar la realidad, partiendo de las ideas previas que ya poseía.
- b) *Acomodación*. Se lleva a cabo cuando las ideas previas del individuo resultan insuficientes para interpretar la información nueva a que se enfrenta. Para ello, el individuo puede reestructurar o reorganizar sus ideas previas, o sustituir sus ideas

cambiando parte de sus ideas, o la totalidad de ellas. Cuando el individuo *reestructura* o *sustituye* sus ideas previas, ocurre la acomodación.

De igual manera, aunque coincido con Pozo y Gómez Crespo (2009, pág. 114) cuando consideran que el cambio conceptual ocurre a través de una “explicitación progresiva de las teorías implícitas del alumno”, difiero de ellos, al igual que de Solís Villa, al considerar que el cambio conceptual involucra únicamente la modificación de las ideas previas por la utilidad o no de estas ante nueva información. La asimilación y reestructuración tal y como la plantea Solís Villa al referirse a Posner y colaboradores, me parece una idea utilitarista, en la que solo agregamos información y cambiamos parcial o totalmente nuestras ideas previas, respectivamente.

Personalmente, considero que el cambio conceptual es un proceso gradual en el que el individuo debe hacer valoraciones complejas acerca de la pertinencia de sus ideas previas con respecto a la información nueva con la que esté lidiando. Por lo tanto, para que el alumno en verdad adopte este cambio en sus ideas o estructuras previas, la información nueva que el estudiante incorpora debe ser congruente y verosímil con su realidad o contexto, pero sobretodo, para que sus esquemas previos se modifiquen, el alumno debe encontrar utilidad y pertinencia en la información nueva que será integrada a sus estructuras conceptuales, para que entonces exista una significancia en su experiencia y pueda modificar su forma de “concebir la realidad”.

Gallegos Cázares, García Franco y Calderón Canales (2007) realizaron una clasificación extensa y compleja de las distintas teorías de cambio conceptual que pueden presentarse, y de ellas, en la UD se buscará generar un cambio conceptual de tipo cognitivo en sistemas complejos continuos (C-SCc), el cual presenta las siguientes atribuciones:

Núcleo conceptual: Los conceptos son entidades complejas cuyo significado depende de un esquema cognitivo básico del sujeto que puede ser innato en su aspecto más básico o bien, pueden ser presentadas de manera externa por el entorno físico y/o social.

Perspectiva de cambio: El cambio conceptual se debe a situaciones de conflicto cognitivo que llevan una integración o transformación de ideas dentro de una estructura cognitiva que se produce por factores personales o sociales. El cambio es posible en función de la estructura cognitiva del sujeto. Es un proceso evolutivo.

Trayectoria de cambio conceptual:

- Fase de exploración de ideas, los estudiantes se enfrentan a problemas que no pueden resolver con sus antecedentes conceptuales.
- Se introducen los términos que pueden explicar los problemas de la fase anterior.
- Aplicación del concepto. Los estudiantes aplican los conceptos y reconocen los patrones y pueden generalizar a otros contextos.

Actividades didácticas: Aquellas en las que el cambio conceptual requiera una revisión pausada del sistema conceptual inicial a través de la incorporación gradual de elementos de las explicaciones científicas. Durante este proceso, los estudiantes requieren ayuda para volverse conscientes de sus creencias y suposiciones, para comprender su naturaleza teórica y posibilidad de falsación, así como para desarrollar una “atención metaconceptual” que permita la construcción de marcos explicativos con mayor sistematicidad, coherencia y poder explicativo.

Tabla 1. Características del cambio conceptual tipo C-SCc.
(Gallegos Cázares, García Franco, & Calderón Canales, 2007, pág. 249)

Finalmente, considero que como docentes debemos tener siempre presente que lo más importante para lograr el cambio conceptual en nuestros estudiantes, es que las estrategias didácticas que se diseñen vinculen de forma adecuada los fundamentos teóricos del cambio conceptual con las teorías implícitas que el docente posee, haciendo mayor énfasis en el esclarecimiento y delimitación de las acciones a través de las cuales se logrará el cambio conceptual.

2.7 PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS.

De tal manera, retomando los fundamentos teóricos mencionados en los apartados anteriores, es importante que la estrategia didáctica que se lleve a cabo con un grupo-clase busque alcanzar el cambio conceptual en los estudiantes, para lo cual Driver considera que:

“(…) la planeación y la enseñanza para el desarrollo conceptual, requieren que el docente debe considerar la naturaleza y estatus de las ideas previas de los

estudiantes, la naturaleza de las metas de aprendizaje que se pretenden alcanzar en dicho tema, así como la naturaleza de la demanda intelectual que se requiere para que el estudiante desarrolle la concepción científica a partir de sus concepciones actuales. Estas demandas son diferentes para distintos temas y pueden involucrar, por ejemplo, la diferenciación de conceptos, la aplicación de esquemas conceptuales a nuevos conceptos, la combinación de esquemas conceptuales en un esquema integrado y el desarrollo de un esquema nuevo". (Scott, Asoko, Driver, & Emberton, 1994, pág. 201).

Por consiguiente, cuando el docente decida cómo se trabajará cada uno de los contenidos temáticos del plan de estudios, no debe olvidar que en las actividades a realizar con la clase-grupo los estudiantes son y serán los principales actores del proceso cognitivo. El docente debe plasmar de qué manera considera pertinente guiar a los estudiantes para que lleven a cabo su proceso de construcción de conocimiento hasta que logren elaborar un esquema o idea diferente a la que poseían. De tal manera, el docente debe planear actividades secuenciadas orientadas y diseñadas para que los estudiantes alcancen los aprendizajes esperados previstos para el tema en estudio. Al respecto Izquierdo, Sanmartí y Espinet mencionan que:

"La actividad científica escolar será el resultado de la interacción entre lo que se ha de enseñar, el profesor, y el alumnado, que constituyen los elementos de un sistema didáctico. Los mecanismos que permiten el diseño, la implementación y el desarrollo de un sistema didáctico se conoce con el nombre de *transposición didáctica* (Chevallard, 1985). (...) Gracias a la transposición didáctica, los alumnos hacen la ciencia que pueden hacer, que la que *les sirve para aprender*. La transposición didáctica ha de crear el escenario adecuado para que lo que el alumno haga, piense o escriba esté relacionado significativamente y, a la vez, sea lo que requiere el currículo. Si esto se consigue, el alumnado estará haciendo ciencia según el *modelo cognitivo de la ciencia*, puesto que estará actuando con una meta y utilizando el pensamiento abstracto para intervenir en el mundo. (Izquierdo, Sanmartí, & Espinet, 1999, pág. 50)

En concordancia con esto, Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez (1993) consideran que la planificación de una lección está condicionada por una serie de factores (tipo de contenidos, número de alumnos por aula, experiencias previas del profesor y los alumnos...) sobre los que no es fácil ponerse de acuerdo en caso de decidir jerarquizarlos ya que cada uno de ellos resulta ser decisivo en la incidencia de una clase, aunque creen que es posible que el docente pueda relacionarlos siempre y cuando tome en consideración su formación científica, su formación didáctica y su modelo educativo. Por lo tanto, tal y como se mencionó con anterioridad, la planeación didáctica que el docente es una tarea ardua y compleja, ya que debe considerar aspectos teóricos muy diversos, yendo desde las características del proceso de enseñanza-aprendizajes, influenciadas por las características inherentes al docente, hasta el tipo de cambio conceptual que se busca generar a través de las actividades didácticas.

De tal manera, para que el docente pueda planificar la enseñanza, debe tener no sólo el dominio de la asignatura que imparte, sino también debe poseer los fundamentos psicológicos y pedagógicos que le permitan hacer llegar la información a los estudiantes de forma adecuada, sino también la habilidad para ir delimitando y seleccionando tanto los objetivos de enseñanza, como las estrategias didácticas con sus respectivas estrategias de evaluación.

Todo lo anterior debe quedar plasmado en una unidad didáctica, en la que se especificarán detalladamente los planteamientos metodológicos, la secuencia de enseñanza y los materiales de aprendizaje. Sin embargo, dichos autores también valoran que para lograr producir una planificación de la enseñanza que se pueda realizar satisfactoriamente, el docente debe poseer *competencias científicas y competencias didácticas*, las cuales le darán la facultad de poder fundamentar de forma adecuada su planeación de enseñanza. Ambas competencias permitirán al docente llevar a cabo un análisis minucioso desde dos ámbitos diferentes, mientras que la competencia científica hace referencia al conocimiento o dominio que el docente posee de la naturaleza de la ciencia que imparte, la competencia didáctica sustenta la enseñanza desde la naturaleza misma del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al respecto, Talanquer (2004) considera que el docente debe poseer los conocimientos pedagógicos relacionados con los contenidos necesarios para:

1. Identificar las ideas centrales asociadas con un tema.
2. Reconocer las probables dificultades conceptuales de los estudiantes.
3. Identificar preguntas, problemas o actividades que obliguen al estudiante a reconocer y cuestionar sus ideas previas.
4. Seleccionar experimentos, problemas o proyectos que permitan al alumno explorar las ideas centrales.
5. Construir explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de conceptos abstractos.
6. Diseñar actividades de evaluación que permitan la aplicación de lo aprendido.

Sanmartí (2000) considera que la planeación es la actividad más importante que realizan los docentes, ya que en ella se plasman las ideas e intenciones educativas de los enseñantes, y si bien no existe una receta para algo tan complejo como lo es la triada enseñar-aprender-evaluar, existen ciertos criterios que se deben considerar para elaborar de forma congruente y pertinente una secuencia didáctica para la enseñanza de los contenidos de cualquier plan de estudios, los cuales son mencionados a continuación:

1. *Criterios para la definición de finalidades/objetivos.* El uso de ideas-matriz sobre qué se considera importante enseñar, y cómo es mejor enseñar, permiten definir los llamados objetivos generales o finalidades de un determinado proceso de enseñanza.
2. *Criterios para la selección de contenidos.* Los contenidos a enseñar deben ser significativos y posibilitar la comprensión de fenómenos paradigmáticos en el campo de la ciencia, además de ser socialmente relevantes.
3. *Criterios para organizar y secuenciar los contenidos.* Un currículo basado en temáticas transversales, más que en contenidos tradicionales, cambia el énfasis de la enseñanza. La importancia radica en que los contenidos que se vayan introduciendo sirvan

para que el alumnado autoevalúe y regule sus dificultades de aprendizaje.

4. *Criterios para la selección y secuenciación de actividades.* El conjunto de actividades organizadas y secuenciadas, posibilitan un flujo de interacciones con y entre el alumnado y entre el alumnado y el profesorado. Las actividades deben plantear situaciones propicias para que los estudiantes actúen (a nivel manipulativo y de pensamiento), y sus ideas evolucionen en función de su situación personal (punto de partida, actitudes, estilos, etc.). Actualmente las diferentes propuestas de selección y secuenciación de actividades tienen en común algunos rasgos a destacar:
 - a. *Actividades de iniciación, exploración, de explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales...*
 - b. *Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar, de reformulación de problemas...*
 - c. *Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento...*
 - d. *Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización...*
5. *Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación.* En el diseño de una unidad didáctica es fundamental la toma de decisiones acerca de qué actividades de evaluación introducir, en qué momento y qué aspectos son los importantes evaluar.
6. *Criterios para la organización y gestión del aula.* Se debe prever una organización y gestión del aula orientada a crear entornos de aprendizaje que fomenten la verbalización de las ideas y el intercambio de puntos de vista entre alumnos, así como entre los alumnos y el docente.

Muñoz Galván (2010, pág. 42) propone realizar una secuencia o unidad didáctica contrastando las ideas de Sánchez Blanco y Valcárcel con las de Sanmartí, y propone diseñarlas tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Objetivos de la unidad didáctica.
- ✓ Estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- ✓ Descripción y secuenciación de actividades (incluyen las actividades de evaluación).
- ✓ Criterios para la organización y gestión del aula.

En el capítulo nueve del libro *Enseñar ciencias*, Caamaño (2003a) considera que para secuenciar los contenidos de cualquier asignatura debemos realizar previamente una selección adecuada de los mismos, tomando en consideración su importancia en la estructura lógica de la disciplina, su potencial explicativo, su nivel de complejidad y su relevancia funcional y social. Además menciona que en el caso de la química, las dificultades de aprendizaje de sus conceptos se deben, entre otras razones, al gran número de concepciones alternativas que tienen los estudiantes con respecto a un tema. Debido a esto, hace la valoración de que es necesario hacer un análisis profundo de la forma en la que enseñamos química, replanteándonos no sólo las estrategias de enseñanza de química, sino también los objetivos y contenidos de la asignatura.

Dicho replanteamiento debe encaminarse hacia:

- Intentar consensuar los contenidos de conceptos y procedimientos más importantes, para poder aligerar el peso de los contenidos excesivamente formales de los programas.
- Poner mayor énfasis en la comprensión de los conceptos, en la elaboración de modelos, en la argumentación, en la experimentación y en la comunicación de ideas por escrito y oralmente.
- Introducir con coherencia los aspectos prácticos, sociales y medioambientales de la química en la estructura de la asignatura.
- Potenciar los trabajos prácticos de carácter investigativo así como la introducción de las nuevas tecnologías en las aulas de química. (La enseñanza y el aprendizaje de la química, 2003a, pág. 205)

En síntesis, parafraseando a Caamaño, debido a la cantidad de consideraciones que los docentes debemos hacer al secuenciar los contenidos de

nuestra asignatura, sin duda alguna esta actividad no es un proceso científico, sino más bien artístico o artesanal, el cual requiere un trabajo arduo de planeación, diseño, aplicación y evaluación de la UD por parte de los docentes, en la que llevemos a los alumnos a un desarrollo continuado y progresivo de sus ideas, yendo desde lo cualitativo a lo cuantitativo y de lo simple a lo complejo.

2.8 MODELAJE

Ahora bien, dentro de las constantes incertidumbres bajo las cuales nos vemos inmersos los docentes que impartimos la asignatura de Química en cualquier nivel educativo, considero que la principal haría referencia a la elección del tipo de actividades a realizar. Dicha incertidumbre surge como consecuencia de que las actividades didácticas que el docente elija, deben enmarcarse dentro del enfoque constructivista del conocimiento buscando lograr el cambio conceptual para que los estudiantes alcancen aprendizajes significativos. Considero que esta situación es reflejo del ritmo tan acelerado en el que la sociedad nos ha envuelto, y que por ende demanda la necesidad de modernizar la educación que se imparte. Por ello, Garritz (2010) considera que uno de los tópicos cruciales para decidir sobre las nuevas expectativas del aprendizaje en este siglo, denominados *paradigmas de la enseñanza de la ciencia*, son los modelos y el modelaje.

Debido a esto, hoy en día una gran parte de la comunidad científica y educativa en ciencias, entre ellos Caamaño (2003b; 2007), Chamizo (2006; 2010), Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001), Justi (2006), Justi y Gilbert (2000; 2002; 2006), por citar algunos, han volcado sus esfuerzos en hacer investigaciones con respecto al aspecto didáctico del uso de modelos y el modelaje en la enseñanza de las ciencias. Así bien, hoy en día el uso de modelos y el modelaje en las ciencias ha cobrado mayor relevancia debido a que nos ayudan a materializar las interpretaciones graduales que los individuos hacen de su entorno. Moreira, Greca y Rodríguez Palmero (2002) consideran que el uso de modelos nos ofrece una rica oportunidad de acercamiento entre la investigación y el desarrollo curricular e instruccional en la enseñanza de las Ciencias.

Justi (2006) menciona que la importancia de los modelos en la enseñanza de la ciencia radica en su construcción, y que este proceso no debe considerarse como una etapa auxiliar de la construcción del conocimiento científico, sino más bien, como el punto medular sobre el cual se va a llevar a cabo el proceso dinámico y no lineal de la construcción de los conocimientos científicos. De igual manera, esta autora considera que la actividad científica básicamente consiste en la construcción y validación de modelos y modelar, o modelaje, es construir modelos ya sea en laboratorios de investigación o en el aula. Asimismo, Matus, Benarroch y Nappa (2011) consideran que los modelos deben ser las herramientas más importantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como así también un medio para mejorar la formación científica de los alumnos. Dicha postura coincide con Driver, Newton y Osborne (2000), al considerar que la actividad principal de los científicos es evaluar cuál de entre dos o más modelos rivales encaja con las pruebas disponibles y, por lo tanto, cuál representa la explicación más convincente para determinado fenómeno en el mundo.

Es importante clarificar a que nos referimos cuando hablamos de *modelos*, ya que dicho concepto puede adoptar distintas acepciones según el contexto en el que se utilice. Nosotros utilizaremos las acepciones que se le dan a los términos modelo y modelaje dentro del ámbito de la Enseñanza de las Ciencias. Chamizo (2010, pág. 27) nos brinda la siguiente definición de modelo que tomaremos como punto de partida: “los modelos (**m**) son representaciones, basadas generalmente en analogías, las cuales se construyen contextualizando cierta porción del mundo (**M**), con un objetivo específico”. De igual manera, Chamizo (2006) considera ciertas características que definen la naturaleza de los modelos:

1. *Son representaciones.* Representan objetos, sistemas o procesos.
2. *Son instrumentos.* Sirven para obtener respuestas a las preguntas de la ciencia que no pueden obtenerse de forma directa.
3. *Son analogías de la realidad.* Pueden someterse a prueba dado que son semejantes a lo que representan, más no por completo.
4. *Son diferentes de la realidad.* Por lo general son más sencillos ya que no representan cuestiones sin interés para el individuo.
5. *Se construyen.* Su construcción delimita la relación entre la analogía y las diferencias con lo que representan.

6. *Se desarrollan de manera iterativa a lo largo de la historia. Se desarrollan a partir de evidencia empírica sujeta a revisión y modificación.*
7. *Deben ser aceptados por la comunidad científica. Su temporalidad dependerá de la evidencia empírica que lo sostenga o refute.*
8. *Pueden ser de dos tipos, icónicos o conceptuales. Los icónicos representan imágenes u objetos a escala, mientras que los conceptuales se relacionan con el lenguaje matemático o simbólico.*

En concordancia con lo anterior, Chamizo y Marquez (2006) consideran que dichas representaciones pueden ser de diverso tipo y utilizando muchas clases de materiales, pero lo más relevante de su utilización, reside en el hecho de que los modelos que se construyan deben permitir la discusión con el alumno acerca del significado, el sentido, la implicación y el alcance de tales representaciones. Debido a esto, los docentes deben evitar elaborar y/o utilizar modelos sumamente complejos o abstractos para explicar los contenidos científicos, aun cuando dichos modelos se encuentren dentro del diseño curricular de la asignatura que se imparte.

Caamaño considera que a lo largo del proceso educativo de los estudiantes, “es necesario dar una importancia mayor a las cuestiones cualitativas de comprensión conceptual, a las actividades de modelización de los fenómenos a partir del contraste entre hipótesis y evidencias experimentales, y a las actividades de argumentación que permitan justificar los modelos establecidos” (2007, pág. 31). Lo anterior coincide con lo expuesto por García Franco (2010), al considerar que el modelaje es una competencia que se va desarrollando a lo largo de todo el proceso educativo, por lo que tanto el profesor como los estudiantes deben ir adquiriendo experiencia al respecto, no solo en ciertos momentos focalizados en los que se utilicen los modelos como estrategia didáctica.

Al respecto, Izquierdo, Sanmartí y Estaña consideran que el ciclo de aprendizaje a través del uso de modelos está integrado por cuatro etapas bien diferenciadas:

- 1) *Exploración*: selección de fenómenos significativos que inciten al estudiante a opinar, indagar, actuar y pensar;
- 2) *Introducción de conceptos*: elaboración de hipótesis que expliquen el fenómeno, utilizando terminología química;
- 3) *Estructuración*: comprobación y justificación de hipótesis, utilización de herramientas didácticas que permitan la visualización del fenómeno;
- 4) *Aplicación y evaluación*: justificación química que permita explicar fenómenos parecidos que sigan las reglas del cambio químico. (Izquierdo, Sanmartí, & Estaña, 2007)

Otro aspecto relevante del uso de modelos en la enseñanza de las ciencias, es que el uso de estas analogías como estrategia didáctica, puede presentárseles a los alumnos como una estrategia de trabajo que resulta motivante debido a su similitud a una actividad lúdica, ya que en ocasiones es posible llevar a cabo la manipulación de materiales con la finalidad realizar el modelaje de algún fenómeno en específico, y por consiguiente los alumnos se muestran más interesados en la realización de las actividades. Al respecto, Nevado (2008) menciona que en las actividades lúdicas el estudiante pasa a ser un elemento activo del proceso de aprendizaje, convirtiéndolo en el protagonista de su proceso educativo, con el añadido de que es una combinación de aprendizaje serio y divertido en el que el proceso de enseñanza-aprendizaje se vuelve creativo y más interesante. De igual manera, Piaget (1961) considera que en los procesos lúdicos de enseñanza, se disocia la acomodación de elementos antes de reintegrarse en estructuras estables que complementan el proceso cognitivo a nivel de pensamiento operatorio o racional favoreciendo los procesos de asimilación.

De tal manera, podemos considerar que los modelos icónicos o conceptuales comparten ciertos fundamentos teóricos con los preceptos desarrollados por Huizinga (1972) y Bruner (1986) acerca de la importancia que tienen las actividades análogas al juego como actos de construcción social de conocimiento. Así bien, Bruner considera que estas actividades, cumplen como procesos de mediación en el aprendizaje ya que reducen la gravedad de los errores y fracasos en un proceso de enseñanza-aprendizaje, además de que al mismo tiempo resulta ser un excelente medio de exploración para el individuo al infundirle cierto grado de “estímulo” o “motivación” a realizar cierta actividad. Asimismo, si retomamos dicha postura, Catalá Rodes y Muñoz Galván (2010) consideran que si en el proceso educativo se

utilizan modelos como herramienta para trabajar analogías, los estudiantes manifestarán y utilizarán diferentes estilos y códigos de representación de acuerdo con el contexto en el que se estudie cierto fenómeno, para lo cual el docente puede apoyarlos a través de la técnica POE (predice, observa y explica) en un lenguaje cotidiano, a ir elaborando explicaciones cada vez más complejas y elaboradas en las que se utilice un lenguaje más teórico y simbólico, propio del conocimiento abstracto.

En consecuencia, podemos afirmar que el hecho de que los alumnos utilicen los modelos como analogías de sus estructuras cognitivas cerca de un objeto, sistema o proceso, no solo les permite expresar de forma explícita y libre las ideas que poseen de la porción del mundo que están representando, sino que también les permite ser más conscientes del proceso de construcción de conocimiento que están llevando a cabo al poner a prueba las ideas que poseen acerca del mismo, sin que esto involucre de forma restrictiva la posibilidad de equivocarse en el proceso. Sin embargo, “el proceso de modelización no va a funcionar si no va acompañado de un dispositivo didáctico que favorezca la expresión y comunicación de las ideas: entre el profesor y el alumnado, y entre los alumnos” (Izquierdo, Sanmartí, & Estaña, 2007, pág. 152).

De igual manera estos autores consideran que para lograr una modelización metacognitiva en la enseñanza de la Química:

“... si los alumnos no perciben de antemano que hay algo complicado (cambio químico) que corresponde a determinados fenómenos que se han de comprender, explicar la química como un baile de átomos no sirve de nada. El proceso de modelización química ha de contribuir a desarrollar las ideas de los alumnos sobre las partículas para hacerlas adecuadas para explicar los cambios químicos en los que se interviene; han de darse cuenta de que las partículas que se utilizan para explicar el cambio de estado de agregación no son las que se conservarán en el cambio químico” (Izquierdo, Sanmartí, & Estaña, 2007, pág. 148)

Aragón, Oliva y Navarrete (2010) consideran que el uso de analogías en la enseñanza de la Química es una herramienta útil, ya que cumple la función de hilo conductor para desarrollar un tema, además de que a través de ellas se puede llegar a hacer una representación submicroscópica de la materia, nivel sumamente

abstracto y en principio poco accesible para los estudiantes. En este sentido, Caamaño (2003b, pág. 71) considera que en la enseñanza de la Química el empleo de modelos moleculares en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación tiende puentes entre la abstracción y la construcción de imágenes mentales útiles en la educación, cobrando gran importancia ya que nos permite poner a los estudiantes en contacto “directo” con los fenómeno en estudio. Para Talanquer (2009) la generación de modelos submicroscópicos sobre la estructura de la materia y sus transformaciones ha sido crucial en el desarrollo de la disciplina, y le ha dado la capacidad para transformar sueños en realidades.

Asimismo, Izquierdo (2006) menciona que para hacer más razonable y entendible la Química a los estudiantes, es necesario evaluarlos a partir de preguntas y problemas auténticos en los que muestren sus competencias de pensamiento científico. En dichas modificaciones deberá dársele mayor importancia a la comprensión de los contenidos que logren los estudiantes, y es en donde reside parte de la importancia en el uso de los modelos para la enseñanza de las ciencias, ya que estos pueden contribuir al cambio conceptual de los estudiantes acerca del comportamiento de las partículas en el cambio químico.

2.9 REACCIÓN O CAMBIO QUÍMICO

Ahora bien, el uso de modelos como estrategia didáctica para que los estudiantes trabajen el tema Reacción Química puede ser de gran utilidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje en cualquier nivel educativo, ya que tal y como se mencionó en la justificación de la investigación, la transformación de la materia es el objeto de estudio de la Química, y si los jóvenes no comprenden como ocurre dicho proceso, entonces no estarán alcanzando los objetivos de la asignatura. Dicho problema de acuerdo a Kind (2004), se presenta debido a que muchos estudiantes no saben distinguir entre un cambio químico y un cambio de estado, para lo cual, es necesario que el docente ayude a sus estudiantes a comprender que aunque un átomo conserva sus características durante una reacción química, una molécula no lo hace. De esta manera, el contenido temático seleccionado para el diseño y puesta en marcha de la secuencia didáctica será el subtema *Manifestaciones y representación de las reacciones químicas* del tema Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la Química, perteneciente al bloque tres (La transformación de los materiales: la

Reacción Química) del programa de la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química del Plan 2011 de Educación Básica de la (SEP, Ciencias Tres, 2011a).

Ahora bien, Caamaño y Oñorbe (2004) consideran que dado que la Química es la ciencia que se encarga de estudiar la materia, los cambios que experimenta y las teorías que explican dichos cambios, su objetivo principal consiste en modelizar la estructura de las sustancias y de las reacciones químicas, y por consiguiente, podamos predecir el comportamiento de los sistemas químicos, alcanzando su finalidad, la formación de nuevas sustancias y materiales que cubran las necesidades del ser humano. Para ello, Zumdahl (1992) considera que es indispensable que en la enseñanza de la Química siempre se tenga presente el hecho de que en un cambio químico siempre se reordena la agrupación de los átomos, por lo cual la materia verá alterada su estructura original al agrupar de forma distinta los átomos que la conforman. Asimismo, también nos menciona que es importante reconocer que en una reacción química no se crean ni se destruyen los átomos, ya que todos los átomos presentes en los reactivos deben estar también en los productos. De forma más sencilla, “en las reacciones químicas los átomos ni se crean ni se destruyen, solamente cambia su distribución y pasan a formar parte de nuevas moléculas”. (Caamaño, 2003a, pág. 209)

En consecuencia, en la investigación se diseñará, elaborará, aplicará y evaluará una UD en la cual las actividades propicien un cambio conceptual en las ideas de los estudiantes a través del modelaje de fenómenos químicos cotidianos, con lo cual no solo se buscará que los jóvenes comprendan el proceso en el cual las partículas de las sustancias se reordenan de forma tal que se formen sustancias nuevas distintas a las que se tenían en un inicio, sino que además se espera que puedan apreciar que dichos cambios en la materia se encuentran presentes en fenómenos cotidianos de su vida y entorno.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3 METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro del marco de la investigación, se tomarán en consideración distintos aportes teóricos para el diseño y elaboración de una secuencia o unidad didáctica que comprenda dos semanas de trabajo frente a grupo en la asignatura de Ciencias Tres con énfasis en Química, la cual constará de un total de 10 sesiones de 50 minutos cada una. Respecto a la enseñanza de la química en nivel secundaria, Pozo y Gómez Crespo consideran que en el estudio de esta ciencia “se pretende enseñar al alumno a comprender, interpretar y analizar en el mundo en el que vive, sus propiedades y sus transformaciones recurriendo (...) a modelos que hacen referencia las partículas que, según la ciencia, constituyen la materia” (pág. 150). Para ello, las actividades que se diseñen para la secuencia didáctica base de la investigación, deben “desarrollar en los alumnos habilidades esenciales para la comprensión de la ciencia, en especial para el logro del cambio conceptual, ...como es la capacidad de diferenciar y contrastar diferentes niveles de análisis o distintos modelos de un mismo fenómeno entre sí” (pág. 203). Asimismo, Alvarado Rodríguez (2007) señala que para lograr el cambio conceptual el docente debe actuar como mediador entre los conocimientos del alumno y los conocimientos científicos, construyendo y negociando un marco de significados mediante los cuales ambos (profesor y alumno), puedan esforzarse en un proceso constructivo de significados más elaborados, situación por la cual se optó por diseñar una unidad didáctica (UD) en la que se utilice el modelaje como estrategia para lograr un cambio conceptual en contenidos relacionados al cambio químico.

3.2 MÉTODO PARA EL DISEÑO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA (UD)

Se usó como punto de partida para diseñar la unidad didáctica lo expuesto por Muñoz Galván, así como la postura de Izquierdo y colaboradores acerca del uso de modelos como herramienta didáctica. Respecto a los objetivos de la unidad didáctica, tomaremos como referencia las competencias a desarrollar y aprendizajes esperados correspondientes al programa de estudios de la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química del Plan de Estudios 2011, con la finalidad de que al finalizar las actividades los estudiantes hayan cubierto los estándares curriculares correspondientes al contenido temático abordado. Por lo tanto, los objetivos y finalidades curriculares de la UD serán las siguientes:

Objetivos Generales de la UD.

- ⇒ Que el alumno identifique algunas de las características principales de las reacciones químicas.
- ⇒ Que el alumno comprenda el papel que cumplen los reactivos químicos en la formación de nuevas sustancias.
- ⇒ Que el alumno sea capaz de expresar correctamente la formación de nuevas sustancias a través de ecuaciones químicas.
- ⇒ Que el alumno reflexione sobre la importancia de los sistemas cerrados para comprobar la Ley de la Conservación de la Masa.

Finalidades curriculares de la UD.

Estándares Curriculares.

- ❖ Conocimiento Científico.
 - Identifica las características del enlace químico y la reacción química.
- ❖ Aplicaciones del conocimiento científico y la tecnología
 - Explica la interrelación de la ciencia y la tecnología en los avances sobre el conocimiento de los seres vivos, del Universo, la transformación de los materiales, la estructura de la materia, el tratamiento de las enfermedades y del cuidado del ambiente.
- ❖ Habilidades asociadas a la Ciencia
 - Aplica habilidades necesarias para la investigación científica: plantea preguntas, identifica temas o problemas, recolecta datos mediante la observación o experimentación, elabora, comprueba o refuta hipótesis, analiza y comunica los resultados y desarrolla explicaciones.
 - Realiza interpretaciones, deducciones, conclusiones, predicciones y representaciones de fenómenos y procesos naturales, a partir del análisis de datos y evidencias de una investigación científica, y explica cómo llegó a ellas.
 - Desarrolla y aplica modelos para interpretar, describir, explicar o predecir fenómenos y procesos naturales como una parte esencial del conocimiento científico.
 - Aplica habilidades interpersonales necesarias para trabajar en equipo, al desarrollar investigaciones científicas.
 - Comunica los resultados de sus observaciones e investigaciones usando diversos recursos; entre ellos, diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráficas y otras formas simbólicas, así como las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y proporciona una justificación de su uso.

- ❖ Actitudes asociadas a la Ciencia.
 - Manifiesta un pensamiento científico para investigar y explicar conocimientos sobre el mundo natural en una variedad de contextos.
 - Aplica el pensamiento crítico y escepticismo informado al identificar el conocimiento científico del que no lo es.
 - Manifiesta disposición para el trabajo colaborativo con respeto a las diferencias culturales o de género.
 - Valora la ciencia como proceso social en construcción permanente en el que contribuyen hombres y mujeres de distintas culturas.

Competencias a desarrollar.

- ✚ Comprensión de fenómenos naturales desde la perspectiva científica.
- ✚ Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

Aprendizajes esperados.

Los aprendizajes esperados (AE) que se consideraron en la investigación se encuentran ubicados en el Bloque Tres del programa de Ciencias 3 con énfasis en Química, a excepción de uno de ellos, el cual pertenece al Bloque Uno de dicho programa. Dicho aprendizaje esperado fue tomado en consideración dada la secuenciación de las actividades diseñadas para la UD de la investigación.

- ⊕ Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color, etc.).
- ⊕ Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- ⊕ Representa el cambio químico mediante una reacción e interpreta la información que contiene.
- ⊕ Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de la Conservación de la masa. (AE del tema 1.5 del Bloque 1)

La estrategia de enseñanza aprendizaje utilizada en la UD partirá del uso de modelos como herramienta didáctica para generar cambio conceptual, para lo cual partiremos de la postura teórica de Chamizo con respecto a los modelos, según la cual los modelos o representaciones pueden ser:

- ✓ Modelos conceptuales de tipo simbólico;
- ✓ Modelos a partir de analogías mentales;

- ✓ Modelos didácticos, pero buscando aproximarse a lo científicamente aprobado;
- ✓ Modelos que representen objetos y fenómenos.

De tal manera, en las actividades de la UD diseñada para la investigación se buscó que los alumnos generaran modelos didácticos para representar objetos y fenómenos presentes en su vida cotidiana. Así bien, con referencia a las actividades de la unidad didáctica, es importante mencionar que éstas fueron diseñadas desde una perspectiva constructivista que favorece el cambio conceptual en los estudiantes. Para ello, García Franco y Garritz (2006) consideran necesario que en dichas actividades se promueva la explicitación de las ideas previas de los estudiantes, para después generar una discusión que los aliente a extender, desarrollar y cambiar dichas ideas, además de proporcionar experiencias significativas que motiven a los estudiantes a discernir y entender las limitaciones de sus propias explicaciones, motivándolos a modificarlas. De igual manera, en las actividades se buscó que las actividades propicien el uso de modelos cumpliendo con el ciclo de aprendizaje propuesto por Izquierdo y colaboradores (2007), es decir, la modelización hecha surgirá a partir de actividades que tengan las siguientes etapas:

- 1) Exploración;
- 2) Introducción de conceptos;
- 3) Estructuración; y
- 4) Aplicación y evaluación.

En las actividades de la secuencia didáctica diseñada, se considera que los alumnos tengan que modelar y analizar los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico de representaciones del pensamiento considerados por Galagovsky y cols. (2003, pág. 109) a partir de los trabajos de A. H. Johnstone, quien los define de la siguiente manera:

- El nivel *macroscópico* corresponde a las representaciones mentales adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa. Este nivel se construye mediante la información proveniente de nuestros sentidos, basada en propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles...

- El nivel *submicroscópico* hace referencia a las representaciones abstractas, modelos que tiene en su mente un experto en química asociados a esquemas de partículas...
- El tercer nivel, el *simbólico*, involucra formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones, etc.

Así bien, partiendo de hechos o fenómenos para que hagan representaciones macroscópicas de los mismos, las actividades diseñadas buscan que los alumnos trabajen como “expertos” y puedan representar a nivel submicroscópico a través de modelos distintos objetos y/o fenómenos (explicados previamente a nivel macroscópico), para que con el paso de las actividades puedan llegar a la representación simbólica de reacciones químicas a través de la resolución de ecuaciones.

En consecuencia, y partiendo de las ideas de Gallegos, García y Calderón con respecto a los distintos tipos de cambio conceptual que se pueden generar a través de la utilización de estrategias didácticas, reitero que los ejercicios incluidos en la UD diseñada tenderán a generar un cambio conceptual de tipo *cognitivo de sistemas complejos continuos* (C-SCc), debido a que las actividades que los integran se encuentran más apegadas a un proceso de cambio conceptual de ese tipo, llevando a los jóvenes desde un análisis simple a uno complejo, haciendo tanto valoraciones cuantitativas como cualitativas.

Respecto al diseño de las actividades y de la UD en sí misma, es importante señalar que las actividades fueron diseñadas tomando en consideración no solo los aprendizajes esperados considerados en el Plan de Estudios 2011, sino también los propósitos particulares que se definieron para que en cada una de las actividades diseñadas para los ejercicios planteados pudiesen alcanzarse los aprendizajes esperados del tema. De igual manera, considerando la complejidad de las actividades, se delimitó el tiempo de trabajo para cada una de ellas, definiendo así la cantidad de sesiones de trabajo necesarias para cumplir las actividades de cada uno de los ejercicios planteados. Así bien, a continuación se presenta una descripción breve de las actividades diseñadas y aplicadas en la UD que se trabajó con los estudiantes dentro del marco de la presente investigación.

Ejercicio	Descripción breve de la actividad
1. La caja negra.	Los alumnos manipulan una “caja negra” que contiene distintos objetos sin que puedan tener contacto directo con ellos. La caja negra no podrá abrirse y los alumnos deben usar sus sentidos para deducir y modelar que hay en el interior de la caja.
2. Los clavos oxidados.	Los alumnos deben analizar y modelar a nivel microscópico las diferencias entre un clavo nuevo y uno oxidado. Evaluarán la pertinencia de los modelos que elaboren al tener que ir incorporando conceptos con respecto a la oxidación.
3. Pastilla efervescente.	Los alumnos llevan a cabo una reacción de efervescencia y modelan lo ocurrido, haciendo valoraciones de las modificaciones de la masa de un sistema cuando ocurre un cambio químico mientras van incorporando conceptos a través de las actividades.
4. Precipitando sustancias.	Trabajando en laboratorio, llevan a cabo una reacción de precipitación en la que tendrán que modelar y discernir no sólo que es lo que ocurre en dicho cambio químico, sino que también deberán considerar el efecto de la temperatura en una reacción.
5. Manipulando reacciones.	Posterior a la parte experimental del ejercicio 4, los alumnos deben manipular materiales sencillos para modelar la reacción de precipitación trabajada previamente. Para modelar deberán interpretar la ecuación química correspondiente a la reacción.
6. Química en la “vida real”.	Los alumnos realizan una lectura para identificar, diferenciar y organizar distintos fenómenos físicos y químicos, después deben modelar a nivel macro y microscópico un ejemplo de cada uno de ellos, explicando la diferencia que existe entre ambas a nivel de partículas.
7. Reacciones simbolizadas.	Los alumnos deben realizar el modelado macro y microscópico de fenómenos a la representación o modelado simbólico de los mismos, además de expresar reacciones en ecuaciones químicas. Además, interpretarán ecuaciones para corroborar si estas se encuentran balanceadas adecuadamente o no.
8. Ecuaciones cotidianas.	En el último ejercicio los alumnos deben expresar la ecuación química de los procesos de fotosíntesis y de la combustión del gas LP, expresando a través de modelos las diferencias que consideren existen en cada proceso a nivel macro y microscópico.

Tabla 2. Generalidades de las actividades a realizar en los ejercicios de la UD.

Del anexo uno al anexo tres, se presentan de forma detallada tanto la UD diseñada para el docente, como la UD diseñada para los alumnos. Cabe volver a mencionar que en la UD del docente se especifican los propósitos, aprendizajes esperados, observaciones, consideraciones, y tiempos considerados para cada una de las actividades que conforman los ocho ejercicios diseñados para la investigación.

3.3 MÉTODO PARA LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA (UD)

La secuenciación de actividades se aplicó en dos escuelas diferentes, en ambos casos los docentes del grupo fueron los aplicadores por lo que el papel que desempeñe fue el de investigador-observador, haciendo un registro escrito y fotográfico de las incidencias diarias con respecto a la clase y aplicación de la UD. Los docentes que participaron en la investigación como aplicadores de la UD, y por consiguiente como guía de los estudiantes, fueron invitados en una reunión de academia de zona en la que participaron algunos docentes. Cabe señalar que ambos profesores no docentes de formación, ya que ambos son ingenieros, situación por lo cual se mostraron interesados en la UD que se les comentó y explicó cuando se les invitó a formar parte de la investigación. Asimismo, ya que aceptaron la invitación y decidieron participar, dos semanas antes de que llegaran al tema de cambio químico según la planeación didáctica que llevaban en sus instituciones, se les presentó y entregó a cada uno de ellos tanto la UD para el docente, así como la UD diseñada para los estudiantes

De tal manera, una vez llegado el momento de aplicar la UD, en ambos grupos se trabajó en un periodo de dos semanas de clases, para un total de 10 sesiones de trabajo de 50 minutos cada una. Cabe mencionar que una de las escuelas fue del sector privado y laboraba en el turno matutino contando únicamente con 15 alumnos, de los cuales uno de ellos se ausentó durante la primera semana de trabajo. Por otra parte, la segunda institución donde se aplicó la investigación fue una escuela pública vespertina con un total de 27 alumnos. Cabe mencionar que los alumnos de esta escuela presentaron un ausentismo muy marcado durante el periodo de aplicación de la UD, lo cual no solo dificultó el trabajo del docente aplicador para llevar un seguimiento adecuado de los ejercicios de la UD, sino que también repercutió en el análisis y valoraciones que se debían hacer de las respuestas de los estudiantes.

Durante la primera semana de trabajo, de forma previa al inicio de la aplicación de la UD, se llevó a cabo una evaluación diagnóstica con la finalidad de distinguir las ideas que tienen los estudiantes con referencia a algunos tópicos relacionados con el cambio químico. Posteriormente, los alumnos resolvieron los ejercicios de la UD diseñada en el marco de la investigación. La UD se encuentra conformada por ocho ejercicios, en los que los estudiantes trabajan tanto de forma individual como en equipos. Los ejercicios, compuestos por distintas actividades que los alumnos tuvieron que resolver, fueron los siguientes:

Ejercicio.	Tipo de trabajo.	Sesiones.
Ejercicio 1. La caja negra.	Equipo	2
Ejercicio 2. Los clavos oxidados.	Individual	1
Ejercicio 3. Pastilla efervescente.	Equipo	1
Ejercicio 4. Precipitando sustancias.	Equipo	1
Ejercicio 5. Manipulando reacciones.	Equipo	1
Ejercicio 6. Química en la "vida real".	Individual	1
Ejercicio 7. Reacciones simbolizadas.	Equipo	2
Ejercicio 8. Ecuaciones cotidianas.	Individual	1

Tabla 3. Ejercicios diseñados para la UD.

Durante las diez sesiones de trabajo, se contempló la resolución de actividades a partir del análisis, discusión y socialización de ideas, además de la elaboración de modelos a nivel macroscópico y microscópico, así como la resolución de ecuaciones químicas a través del modelado y de la representación abstracta de las mismas. De forma diaria los docentes entregaban la actividad correspondiente a la sesión de trabajo y cuando ésta concluía recogían las actividades realizadas por los estudiantes. En el caso de los ejercicios diseñados para ser trabajados en dos sesiones, el docente iba verificando los tiempos de realización para cada actividad con la finalidad de que los alumnos no avanzaran más de lo considerado en la sesión.

Asimismo, dentro de la diversidad de actividades diseñadas, se seleccionaron algunas de ellas tomando en consideración los aprendizajes esperados bajo los cuales fueron diseñadas, las cuales son presentadas a continuación de forma sintetizada indicando la modalidad de trabajo que tuvieron que realizar en el ejercicio, así como la o las actividades sujetas a evaluación dentro de la investigación a partir de los aprendizajes esperados considerados en el diseño de cada una de ellas.

Sesión	Ejercicio	Modalidad	Actividad sujeta a valoración	Aprendizaje Esperado
01 y 02	E1: La caja negra	Equipo	Actividad 4	Comprenden el papel que cumplen los modelos como herramienta análoga para la representación y comprensión de fenómenos naturales.
03	E2: Los clavos oxidados	Individual	Actividad 1	Identifica algunas características del cambio químico en fenómenos cotidianos
			Actividad 3 y 4	Considera variaciones en la masa de las sustancias como resultado de los procesos químicos.
04	E3: Pastilla efervescente	Equipo	Actividad 2	Comprenden la importancia de un sistema abierto y/o cerrado al ocurrir una reacción química.
05	E4: Precipitando sustancias	Equipo	Actividad 2	Comprenden el papel de la temperatura en la solubilidad y velocidad de una reacción.
06	E5: Manipulando reacciones	Equipo	Actividad 3	Argumentan su modelo utilizando distintos conceptos.
07	E6: Química en la "vida real"	Individual	Actividad 3	Diferencia entre fenómenos físicos y químicos a partir del uso de modelos.
08	E7: Reacciones simbolizadas	Equipo	Actividad 5	Comprende la diferencia entre fenómenos físicos y químicos desde una perspectiva científica.
09			Actividad 8	Comprenden el papel de los subíndices y coeficientes en el balanceo de ecuaciones químicas.
10	E:8 Ecuaciones cotidianas	Individual	Actividad 4	Modela reacciones químicas a distintos niveles de la materia (macroscópico y microscópico) partiendo de su expresión simbólica.

Tabla 4. Actividades y aprendizajes esperados de la UD sujetos a análisis.

De forma posterior a la aplicación de la UD, se volvió a aplicar la evaluación diagnóstica con la finalidad de analizar si las respuestas proporcionadas por los estudiantes en la evaluación diagnóstica previa se modificaron.

Una vez terminado el trabajo con los estudiantes, se aplicó una entrevista a los docentes que participaron en la investigación, la cual fue diseñada con la finalidad de conocer no solo el conocimiento que poseían respecto al modelaje en las ciencias, sino también para saber si utilizaban el modelaje como parte de su quehacer docente. Asimismo, también nos permitió conocer su opinión en referencia a la UD que trabajaron con sus estudiantes.

Finalmente, cuando la UD terminó de aplicarse en ambos grupos, se procedió a realizar el análisis de los resultados obtenidos en los ejercicios trabajados por los estudiantes, el cual se realizó de forma cuantitativa y cualitativa en distintos momentos. En primera instancia, el análisis de la evaluación diagnóstica se realizó de forma cuantitativa para saber si existió o no mejoría en la resolución de la evaluación diagnóstica, y por consiguiente, en la consecución de los aprendizajes esperados considerados a lo largo de la UD diseñada en la investigación. Posteriormente, se analizó de forma cualitativa las respuestas escritas y los modelos hechos por los alumnos, tanto en las actividades individuales como en las actividades por equipo, buscando indicios de modificación de sus ideas previas a través de las actividades de diseñadas, permitiendo a la postre emitir un juicio sobre la presencia o no de cambio conceptual. Así bien, tomando en consideración ambas partes del análisis, se procedió a realizar las conclusiones y consideraciones con respecto a la investigación.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis que se llevó a cabo tomando como base las respuestas proporcionadas por los alumnos en algunas de las actividades que llevaron a cabo a lo largo de la UD. Se analizaron tanto actividades individuales como actividades en equipo, ya que tal y como se mencionó en la metodología, los ejercicios y actividades se diseñaron con la finalidad de buscar la confrontación de saberes e ideas para propiciar la discusión y análisis en los jóvenes a partir del estudio de fenómenos químicos cotidianos, así como de ecuaciones químicas.

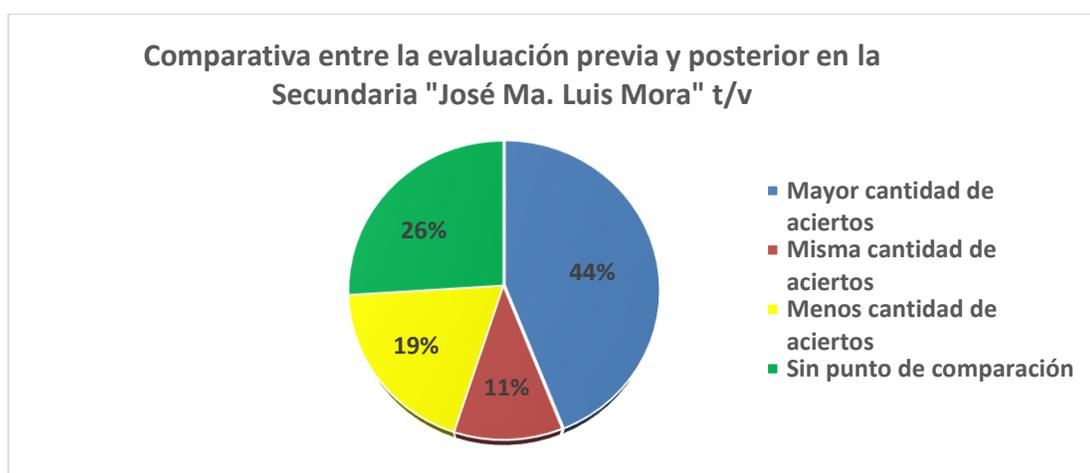
Así bien, en primera instancia se presentan los resultados y análisis de la evaluación diagnóstica presentada por los jóvenes de forma previa y posterior a la aplicación de la UD. Los resultados se presentan de *forma cuantitativa* haciendo referencia a los aciertos obtenidos por los alumnos en ambos momentos, permitiendo así el análisis de la modificación de ideas como consecuencia del trabajo que realizaron a lo largo de UD.

Subsecuentemente, se presentan los datos referentes a las actividades individuales que los alumnos realizaron en distintos ejercicios y momentos de la aplicación de la UD. El análisis concerniente a estas actividades se hizo de *forma cualitativa*, dado que se analizaron tanto respuestas abiertas redactadas por los jóvenes, como modelos gráficos elaborados por ellos mismos a partir del estudio de distintos fenómenos. Cabe mencionar que para poder realizar el análisis, las respuestas y modelos fueron categorizados según sus características.

Tal y como se hizo con las actividades individuales, las actividades por equipo también se analizaron de *forma cualitativa*, estableciendo categorías que nos permitieran identificar si se estaba presentando el cambio conceptual en los jóvenes en torno a los contenidos del tema de reacción química. Cabe mencionar, que los resultados individuales y por equipo que fueron analizados, y a partir de los cuales se establecieron las categorías formuladas, se encuentran ubicados en el apartado seis de los anexos según el orden en el que son presentados a continuación.

4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PREVIA Y POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

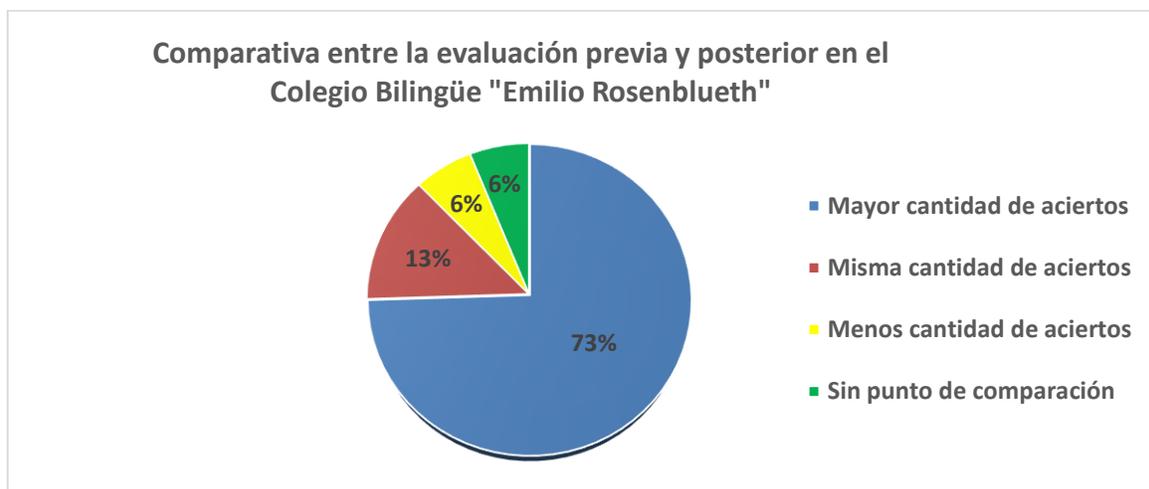
A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica antes y después de la aplicación de la UD. Tal y como se muestra en los datos obtenidos de la evaluación y presentados en las gráficas 1 y 2, puedo afirmar que hubo una mejoría en las respuestas proporcionadas por los estudiantes en ambas escuelas. Respecto a la Escuela Secundaria del Estado “José María Luis Mora” turno vespertino, 12 de los 27 alumnos que participaron en la aplicación de la UD mejoraron el resultado inicial que obtuvieron en la evaluación diagnóstica, es decir un 44% de la muestra grupal. Además, tres alumnos (el 11%) obtuvieron la misma cantidad de aciertos iniciales mientras que cinco (el 18%) estudiantes disminuyeron el número de respuestas correctas. Sin embargo, siete de los estudiantes, equivalentes al 26% de la muestra, no pueden ser considerados ya que no presentaron alguna de las evaluaciones aplicadas.



Gráfica 1. Comparativa de resultados de la Escuela Secundaria del Edo. “José Ma. Luis Mora” t/v.

Respecto a los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica en el Colegio Bilingüe “Emilio Rosenblueth”, de un total de 15 alumnos que participaron en la investigación, 14 de ellos contestaron la evaluación diagnóstica de forma previa a la aplicación de la UD, de ellos 11 (73% del total) obtuvieron mejores resultados en la evaluación aplicada al finalizar las actividades que conformaban la UD diseñada para la investigación. De igual manera, dos alumnos obtuvieron la misma cantidad de aciertos (13%) y solamente uno obtuvo un resultado más bajo (equivalente al 6%). Asimismo, una sola alumna no contó con punto de comparación ya que no

presentó la evaluación diagnóstica inicial, tal y como se había mencionado con anterioridad, lo cual equivale al 6% de la población de estudio en dicha escuela.



Gráfica 2. Comparativa de resultados del Colegio Bilingüe "Emilio Rosenblueth".

Tomando en consideración que en la escuela pública se presentó un mayor índice de ausentismo no solo en la aplicación de la evaluación diagnóstica previa y final, sino también a lo largo de la aplicación de la UD, los resultados analizados que se presentan a partir de ahora y que son puestos en discusión en lo que resta de la investigación, serán los obtenidos por los alumnos del Colegio Bilingüe "Emilio Rosenblueth" ya que presentan mayor consistencia y continuidad para poder ser analizados. Asimismo, los alumnos de esta escuela si bien no habían trabajado con modelos, más allá de los que aparecen en los libros de texto, presentaron interés y afinidad con el tipo de actividades diseñadas en la UD, debido principalmente a que los docentes de dicha institución están acostumbrados a diseñar actividad en las que los jóvenes vayan desarrollando su capacidad de análisis

Cada una de las preguntas de la evaluación diagnóstica se diseñó buscando indagar aspectos diferentes del tema de reacción química, por lo que nos parece relevante hacer el análisis de cómo cambiaron las respuestas de los estudiantes para cada pregunta.

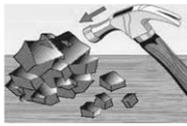
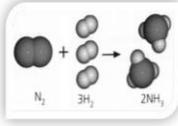
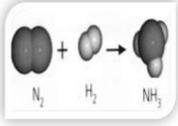
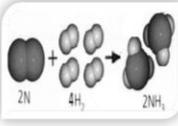
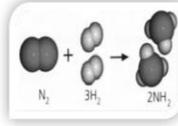
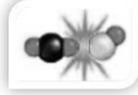
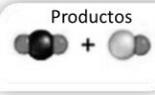
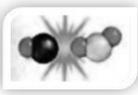
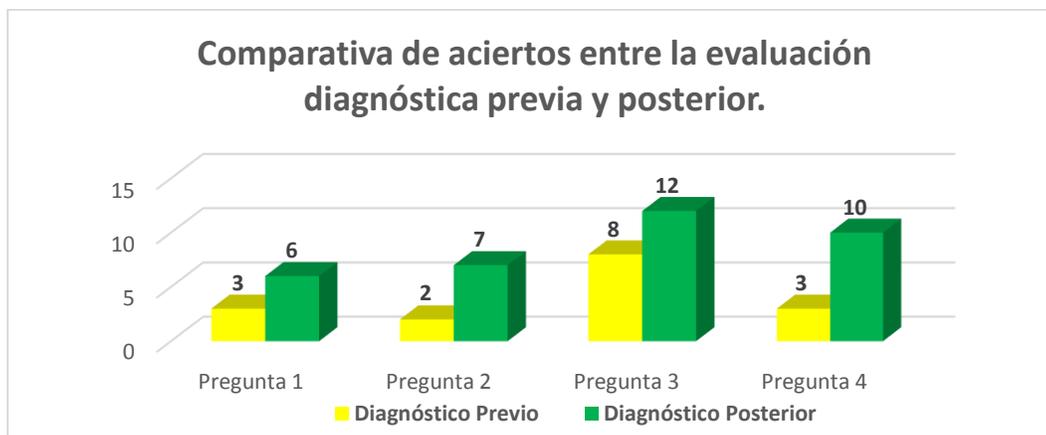
Pregunta Planteada	Aspecto a Evaluar
<p>1.- ¿Qué le ocurre a las sustancias durante un cambio químico?</p> <p>a) Se modifica la estructura interna de las sustancias, transformándose en sustancias diferentes.</p> <p>b) Cambian su estado de agregación, pero siguen teniendo la misma composición.</p> <p>c) Al unirse con otras sustancias diferentes forman una mezcla, pero conservan sus propiedades originales.</p>	<p>Concepto de Cambio Químico</p>
<p>2.- ¿Cuáles de las siguientes imágenes representan un cambio químico de la materia?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> </div> <p>a) La uno y la tres b) La tres c) La uno y la dos d) La dos</p>	<p>Identificación de Fenómenos Químicos Cotidianos</p>
<p>3.- ¿Cuál de los siguientes ejemplos de reacción química cumple con la Ley de la Conservación?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4</p> </div> </div> <p>a) La dos b) La tres c) La uno d) La cuatro</p>	<p>Ley de la Conservación y Balanceo de Ecuaciones</p>
<p>4.- ¿Cuál sería el orden adecuado en el que dos sustancias se unen para llevar a cabo una reacción química?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Productos</p>  <p>2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Reactivos</p>  <p>4</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>5</p> </div> </div> <p>a) 4, 1, 3, 5, 2 b) 2, 3, 5, 1, 4 c) 4, 3, 5, 1, 2 d) 4, 5, 1, 3, 2</p>	<p>Comportamiento de las partículas durante el Cambio Químico</p>

Tabla 5. Contenido temático indagatorio por pregunta de la evaluación diagnóstica.

Así bien, a continuación se presentan los resultados obtenidos tanto en la evaluación previa como en la posterior a la aplicación de la UD.



Gráfica 3. Comparativa de resultados entre la evaluación diagnóstica previa y posterior a la aplicación de la unidad didáctica.

Resulta notoria la mejoría de los estudiantes en la cuarta pregunta, la cual hace referencia al comportamiento de las partículas al reaccionar, ya que se pasó de tres alumnos con respuestas correctas en la evaluación previa a diez en la evaluación posterior a la aplicación de la UD. Esto puede indicarnos que las actividades de modelaje que se llevaron a cabo por parte de los alumnos les permitieron asimilar de forma más clara las modificaciones que sufren a nivel de partículas las sustancias participantes en una reacción química. De igual manera, las otras tres preguntas también presentaron mejoría en la cantidad de alumnos que contestaron de manera adecuada, ya que para el caso de la primer pregunta de haber obtenido tres aciertos en la evaluación previa, en la evaluación posterior se obtuvieron seis aciertos, cabe mencionar que la cantidad de respuestas correctas (6) fue ligeramente superior a las obtenidas en las otras respuestas posibles, ya que dichas opciones fueron consideradas por 5 y 4 alumnos respectivamente. Dicha situación podría indicarnos que debido a que en los ejemplos utilizados en la UD se hacía referencia a variaciones en las características físicas de la materia (color, olor, estado de agregación etc.), así como a la unión de sustancias (formación de mezclas) diferentes para que ocurriese una reacción, se pudo llegar a generar cierta ambigüedad en la caracterización del cambio químico.

Respecto al segundo cuestionamiento exploratorio, la cantidad de aciertos en los diagnósticos *pasó de dos en el diagnóstico previo, a siete en el aplicado posteriormente a la finalización de la UD*. Dicho resultado concuerda con la percepción de que los alumnos no distinguen claramente entre el cambio químico y la formación de

mezclas, ya que siete de los alumnos que no contestaron adecuadamente consideraron como cambio químico no solo a la combustión, sino también a la mezcla de azúcar en una taza de café. Por consiguiente, de forma posterior a la aplicación de la UD integradora planteada en la investigación sería necesario que el docente clarifique dicha situación para poder obtener una mejor comprensión de lo que implica un cambio a nivel químico. Finalmente, en referencia a la tercera pregunta exploratoria del diagnóstico, los aciertos pasaron de ocho en la aplicación previa a doce en la aplicación posterior, con lo cual podemos considerar que el uso de los modelos y su análisis les ayudó a visualizar cómo la materia puede balancearse cuando ocurre un cambio químico.

Es posible considerar que la UD diseñada logró una modificación positiva en las ideas previas de los estudiantes respecto al tema de reacción química. En consecuencia, podemos afirmar que después de haber realizado las distintas actividades diseñadas para la UD del tema de Reacción Química los estudiantes:

- Las actividades planteadas en la UD no fueron suficientes para esclarecer la ambigüedad presentada en los estudiantes entre la formación de mezclas y el cambio físico con el cambio químico, por lo cual sería prudente que si un docente desea aplicar la secuencia considere hacer las adecuaciones que permitan a los alumnos subsanar dicha ambigüedad presentada durante la investigación.
- Las actividades planteadas a lo largo de la UD permitieron a los estudiantes clarificar sus ideas en referencia a la Ley de la Conservación y el cambio químico, ya que el uso de modelos les ayudó a “visualizar” las cantidades de cada elemento para que dicha ley pueda cumplirse.
- En consecuencia, el modelaje de reacciones y ecuaciones químicas favorece la comprensión de los alumnos respecto al comportamiento a nivel de partículas de las sustancias involucradas en dicho proceso.

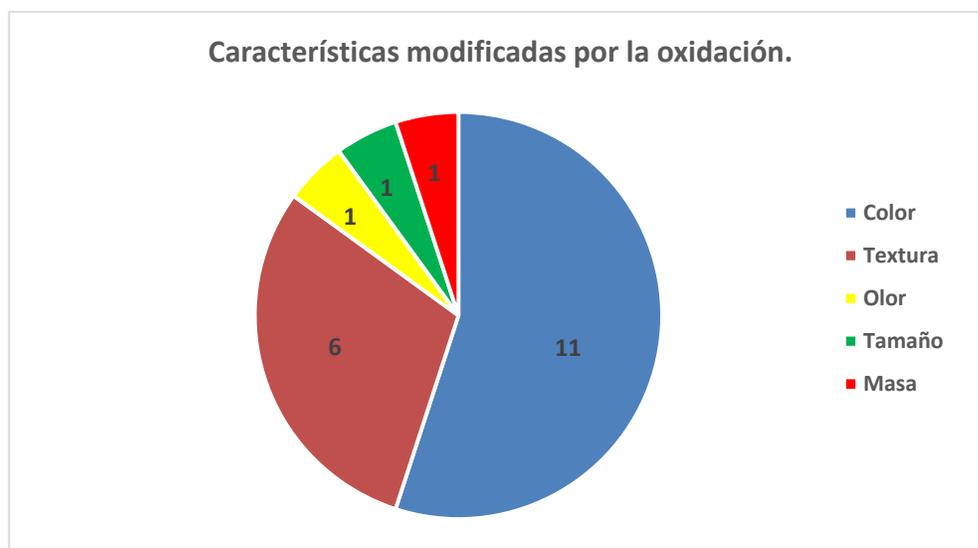
4.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ACTIVIDADES INDIVIDUALES

Tal y como se mencionó en la metodología, en la UD se contemplaron actividades individuales y en equipo, así bien, en tres de los ocho ejercicios diseñados los estudiantes trabajaron de forma individual, mientras que en los cinco restantes lo hicieron en equipos conformados por cinco integrantes. De forma tal, a continuación se presentan las actividades sujetas a evaluación y análisis en el marco de la investigación pertenecientes a los tres ejercicios individuales, las cuales fueron escogidas tomando en consideración los aprendizajes esperados para los cuales fueron diseñadas.

4.2.1. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 2 (ACTIVIDAD 1). IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN UNA REACCIÓN QUÍMICA DE OXIDACIÓN

Aspecto a Evaluar:	Identifica la modificación de algunas características físicas de la materia como resultado del cambio químico.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Identifica qué cambios presenta el clavo oxidado en comparación del clavo nuevo, y explica a qué crees que se deban dichos cambios.
Anexo:	Anexo 6.3 Resultados de la actividad 1 del “Ejercicio 2: Clavo oxidado”.

El cuestionamiento planteado nos permite ver cuáles son los factores que los estudiantes consideran como indicativos de una reacción química y cómo los explican. Así bien, respecto a las características modificadas por acción de la oxidación del metal, 11 de los estudiantes hicieron mención a la modificación de dos características, el cambio de coloración y el cambio de textura, consideradas por 11 y 6 estudiantes respectivamente. Dos alumnos consideraron características diferentes (olor y tamaño). Resulta curioso que el único alumno que considera a la masa del clavo en su explicación no mencionó ninguna modificación en las características visibles del clavo oxidado.



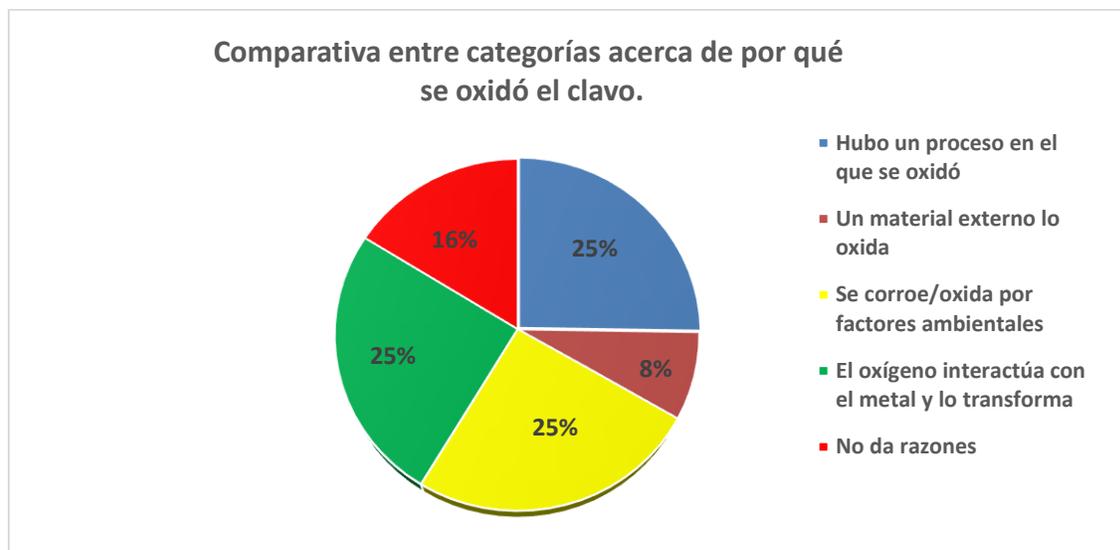
Gráfica 4. Cantidad de menciones por característica modificada por la oxidación.

De tal manera, pudimos identificar en las respuestas de los estudiantes cuatro posibles razones del cambio sufrido por el clavo oxidado, las cuales se categorizaron de la siguiente manera:

	Razones por las que se oxidó el clavo	Alumno
C1	Hubo un proceso en el que se oxidó.	1, 4, 15
C2	Un material externo lo oxida.	9
C3	Se corroe / oxida por la interacción con factores ambientales (agua, aire, humedad).	2, 5, 6
C4	El oxígeno interactúa con el metal y lo transforma.	3, 13, 14
C5	No da razones.	7, 8

Tabla 6. Categorías establecidas respecto a las razones por las cuáles se oxidó el clavo estudiado.

De tal manera, tomando en cuenta tanto las categorías como la cantidad de alumnos incluidos en cada una de ellas, tendríamos la siguiente distribución de porcentajes:



Gráfica 5. Comparativa entre categorías acerca de por qué se oxidó el clavo.

Tres de estas categorías (1, 2 y 3) hacen referencia a que cuando el clavo se oxida se lleva a cabo un proceso, sin embargo ninguna de ellas brinda una explicación de por qué ocurre la oxidación. Shollum (1985), citado en Kind (2004, pág. 75), identificó una situación similar en la cual los estudiantes atribuyen la corrosión a un proceso químico, pero no incluyen al oxígeno en éste. Por ejemplo, en el caso de la categoría uno, los alumnos mencionan que se llevó a cabo un proceso en el que el clavo se oxidó, sin dar razones claras de por qué ocurrió; de igual manera, en la categoría dos solo se hace mención a que un material externo oxida al clavo pero no explica ni que material ni de qué manera ocurre dicha oxidación. Respecto a los tres alumnos agrupados en la categoría tres, también hacen mención a un proceso, sin embargo atribuyen dicho cambio a la participación de factores ambientales, es decir, intentan dar una explicación con connotaciones macroscópicas en las que si bien mencionan al agua, humedad o aire como factor determinante en la oxidación, no hacen alguna referencia explícita a la interacción del metal del clavo con el oxígeno (sustancias participantes en dicho proceso).

Los alumnos agrupados en la categoría cuatro hacen referencia en sus respuestas a que el metal y el oxígeno interactúan, sin embargo no expresan de forma adecuada cómo es que se lleva a cabo dicha interacción. Por ejemplo, en el caso del alumno trece, éste considera que cuando “se mete oxígeno” al clavo el metal se oxida y se pierde parte del metal y se gana masa, explicación que no concuerda

con lo aceptado en el modelo educativo. Podemos ubicar en esta respuesta dos ideas previamente identificadas por Andersson (1984) y por Brook y colaboradores (1984), citados en Kind (pág. 76), las cuales resultan contrarias entre sí. La primera en referencia al hecho de que la corrosión se “come” al metal, lo cual podría indicarnos que la masa disminuye, lo cual diferiría con la segunda idea, según la cual el clavo debería hacerse más pesado al ser corroído.

Driver y colaboradores (1985), citado en Kind (pág. 76), al considerar aunque se sabe que el oxígeno participa en la corrosión de los metales, no lo asocian a un incremento de masa, situación que coincide con la respuesta del alumno catorce, quien considera que al entrar oxígeno al clavo “el metal se oxida y lo cambia”, pero no hace mención alguna a la modificación de la masa del clavo. Respecto al alumno tres, también considera que el alumno modifica al metal oxidándolo, pero va un poco más allá en su explicación al considerar que las moléculas del metal cambian por la presencia del oxígeno. Si bien podemos inferir que los alumnos agrupados en la categoría cuatro dan a entender que el metal y el oxígeno interactúan durante la oxidación, considero que el alumno tres es el que más se aproxima a dicha idea de acuerdo a la respuesta que proporcionó.

Finalmente, los dos alumnos incluidos en la categoría cinco identificaron características modificadas por la oxidación del clavo, pero no mencionan la causa o razón a la que se debieron dichos cambios.

En conclusión, las aportaciones de los estudiantes resultan ilustrativas respecto a las ideas que tienen acerca de la oxidación de los metales y pueden ser de suma utilidad en clase siempre y cuando podamos orientar nuestras actividades a la modificación o esclarecimiento de los siguientes aspectos:

1. Si bien tienen algunas nociones de que la oxidación/corrosión es un proceso químico, no todos explicitan que en dicho proceso participa el oxígeno, y únicamente podríamos suponer que lo consideran así al mencionar que se lleva a cabo la oxidación o corrosión del metal del clavo.

2. Las ideas de los estudiantes tienden más a nociones macroscópicas del proceso, debido a lo cual deberíamos enfocarnos a su comprensión a nivel microscópico.
3. Debido a que únicamente un alumno hizo alusión a la modificación de las moléculas del metal por la presencia del oxígeno (no menciona de forma explícita que se hubiese llevado a cabo una interacción entre metal y oxígeno), es necesario esclarecer que en dicho proceso las sustancias se modifican gracias a la interacción que hay entre ellas.

4.2.2. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 2 (ACTIVIDAD 3 Y 4). MODELANDO EL INCREMENTO DE MASA EN LA OXIDACIÓN

Aspecto a Evaluar:	Considera en su modelo cómo varía la masa de una sustancia al reaccionar químicamente con otra.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Explica si tu modelo te permite explicar el incremento de la masa del clavo al oxidarse al considerar las partículas modeladas.
Anexo:	Anexo 6.4 Resultados de las actividades tres y cuatro del “Ejercicio 2: Clavo oxidado”.

Respecto a las respuestas y modelos presentados por los estudiantes en la actividad tres y cuatro del ejercicio dos (consideración del incremento de masa en la oxidación a través del modelado de un clavo nuevo y otro oxidado), de los 12 alumnos que participaron en la actividad nueve de ellos consideraron que los modelos elaborados en la actividad dos si les permitían explicar por qué la masa del clavo oxidado aumentaba cuando el metal interactuaba con el oxígeno y se llevaba a cabo la corrosión del clavo. A su vez, dos alumnos consideraban que no les permitía explicar dicho incremento en la masa, uno de ellos (alumno trece) consideró que solo le permitía explicar cómo se “mete el oxígeno” en el clavo, mientras que el otro alumno (alumno seis) menciona que en su modelo únicamente consideraba que el metal era “sustituido” por el oxígeno y por lo mismo no podía aumentar la masa. Además, uno de los alumnos (alumno catorce) consideró que si bien en su modelo se puede apreciar que hay más elementos, éste no le permite saber el peso del clavo, aunque al analizar su modelo se puede apreciar que sí habría un incremento en la masa al existir más partículas.



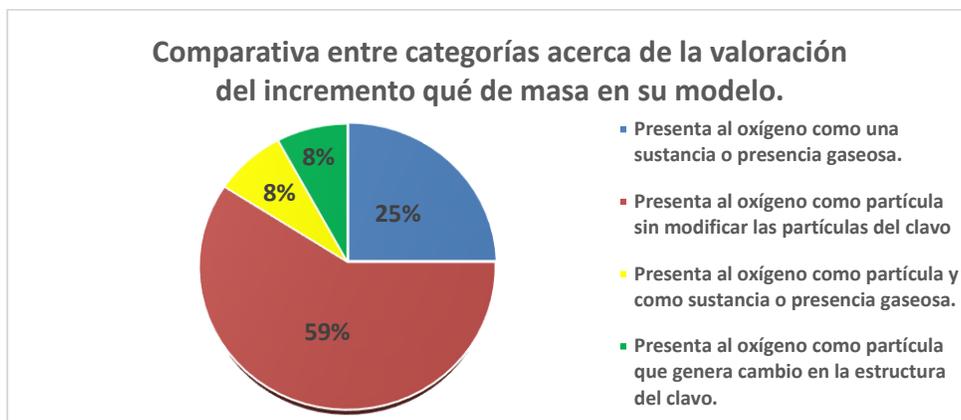
Gráfica 6. Consideración del incremento de masa en el modelo de clavo oxidado.

En consecuencia, tomando como parámetro las repuestas proporcionadas por los estudiantes, así como los modelos que hicieron respecto a lo que le ocurre a nivel de partículas a un clavo oxidado, se consideraron dos aspectos diferentes a evaluar para formar categorías. En el primero, se valoró la factibilidad de si su modelo le permite o no explicar el incremento de masa en un clavo después de oxidarse, haciendo la consideración respecto al papel que le dan al oxígeno en su modelo. En consecuencia, el trabajo de los alumnos en esta actividad se categorizó de la siguiente manera:

Valoración del incremento de masa en el modelo del clavo oxidado.		Alumno
C1	Permite explicar el incremento de masa, presentando al oxígeno como una sustancia o presencia gaseosa.	4, 5, 13
C2	Permite explicar el incremento de masa, presentando al oxígeno como partícula, pero sin modificar las partículas del clavo.	1, 2, 3, 6, 7, 8, 15
C3	Permite explicar el incremento de masa, presentando al oxígeno como partícula y como una sustancia o presencia gaseosa, pero sin modificar las partículas del clavo.	9
C4	Permite explicar el incremento de masa, presentando al oxígeno como partícula que genera cambio en la estructura del clavo.	14

Tabla 7. Categorías respecto a la valoración del incremento de masa en su modelo de clavo oxidado.

En consecuencia, obtuvimos los siguientes porcentajes en relación a la forma en que sus modelos permiten explicar el incremento de masa en el clavo oxidado:



Gráfica 7. Comparativa entre categorías acerca de cómo sus modelos explican el incremento de masa en el clavo.

Así bien, tal y como se puede apreciar en las categorías establecidas, todos los modelos elaborados por los estudiantes permiten explicar el incremento de la masa en el clavo oxidado aun cuando ellos no lo consideren así. Cabe mencionar que si bien todos los modelos permiten explicar el aumento de masa como consecuencia de la oxidación del metal por acción del oxígeno, la presencia y participación de éste se pudo identificar de cuatro formas diferentes, situación por la que se estableció el mismo número de categorías.

Los alumnos de la categoría uno representaron al oxígeno como si fuese un gas, ya sea en forma simbólica como ondas o líneas (alumnos 4 y 13), o bien utilizando únicamente su símbolo químico (alumno 5).

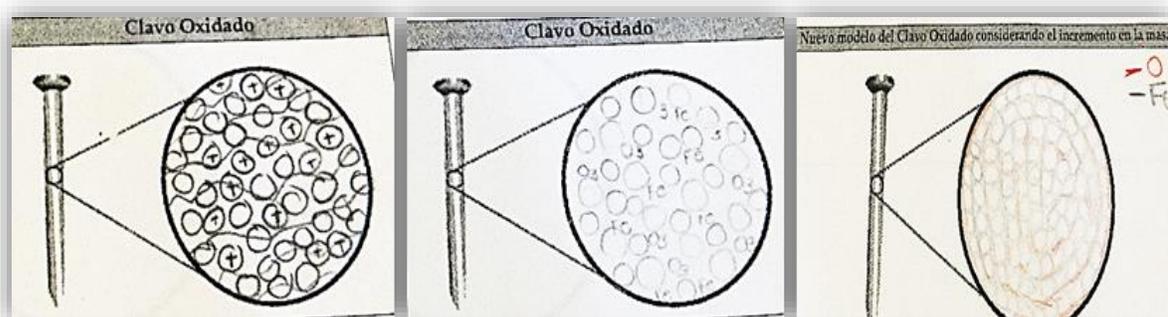


Figura 1. Modelo de clavo oxidado con presencia gaseosa del oxígeno. (Alumnos 4, 5 y 13 respectivamente)

Con referencia a que modelen al oxígeno de esta manera, y no como una partícula, Millar (1989), citado en Kind (2004, pág. 20), considera que los estudiantes “no necesitan el uso de ideas corpusculares” debido a que su forma de concebir la materia funciona perfectamente bien. Sin embargo, los docentes debemos procurar que nuestros alumnos conciban a los gases como partículas, al igual que como lo hacen con los sólidos y los líquidos. Dicha situación, según Kind, se debe a que los estudiantes atribuyen ideas macroscópicas a las sustancias en vez de usar ideas corpusculares, las cuales son utilizadas de forma parcial.

En cuanto a la utilización parcial de las ideas corpusculares, el alumno nueve, incluido en la categoría tres, modeló al oxígeno en el clavo oxidado tanto como sustancia o presencia gaseosa, así como partículas, ya que al mismo tiempo que el oxígeno como sustancia gaseosa entra en contacto con el clavo en la parte externa, modeló partículas de oxígeno en esa zona de “contacto”. Considero que probablemente su modelo podría incluirse en la categoría uno, dada la posibilidad de que haya “coloreado de más” la representación lineal que hizo del oxígeno, abarcando parte de las partículas de hierro modeladas.

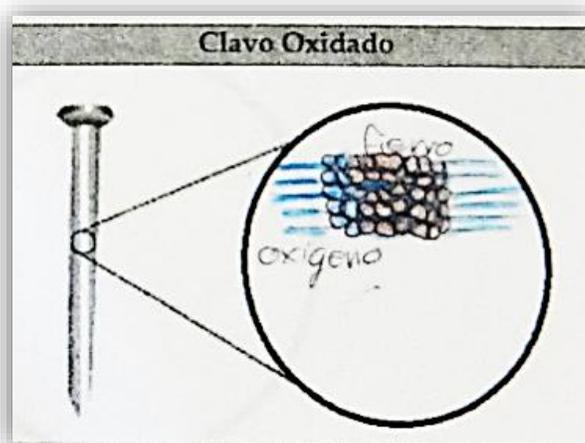


Figura 2. Modelo de clavo oxidado del alumno nueve.

Finalmente, el alumno 14 fue incluido en la categoría cuatro debido a que diferenció las partículas de hierro y oxígeno no solo en color sino también en tamaño, indicando mayor comprensión de la naturaleza corpuscular de las sustancias, y por ende, de la materia.

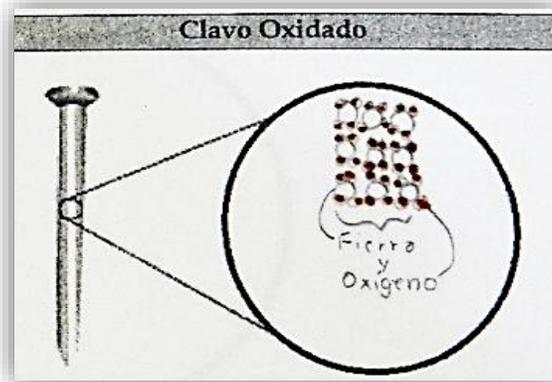


Figura 3. Modelo de clavo oxidado del alumno catorce.

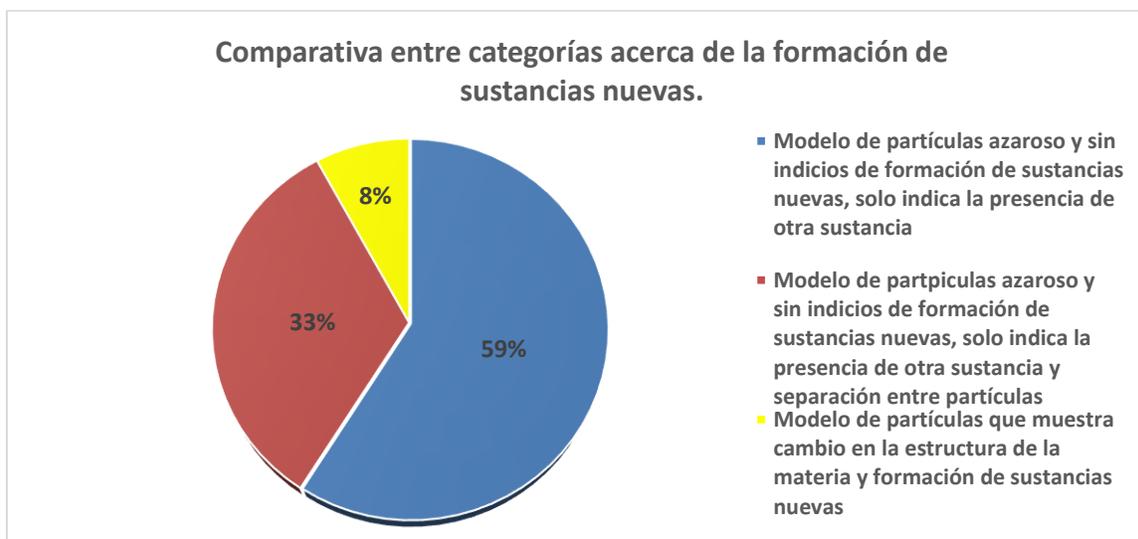
El segundo aspecto a valorar fue si el modelo elaborado permitía o no explicar la formación de nuevas sustancias como resultado de la oxidación. Para ello se consideró si las partículas del modelo estaban acomodadas de forma azarosa o estructurada de forma tal que nos permitan inferir la formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico ocurrido.

Así bien, los modelos realizados por los jóvenes fueron agrupados en las siguientes categorías:

Valoración de la formación de nuevas sustancias en el modelo del clavo oxidado.		Alumno
C1	El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.	1, 2, 3, 6, 8, 9, 13
C2	El acomodo de las partículas es azaroso, sin indicios de formación de nuevas sustancias, denota la presencia de otra sustancia y separación en las partículas.	4, 5, 7, 15
C3	El acomodo de las partículas muestra cambios en la estructura de la materia y formación de sustancias nuevas.	14

Tabla 8. Categorías respecto a la valoración de su modelo en la formación de nuevas sustancias.

De tal manera, obtuvimos de las categorías establecidas obtuvimos los siguientes porcentajes en relación a si sus modelos consideran la formación de nuevas sustancias o no:



Gráfica 8. Comparativa entre categorías acerca de si sus modelos del clavo explican la formación de sustancias nuevas.

Básicamente, a excepción del modelo del alumno 14, los modelos agrupados en las categorías uno y dos podrían incluirse en una sola categoría si solo se tomara en consideración el acomodo azaroso en el acomodo de las partículas y la presencia del oxígeno como una sustancia más en el clavo oxidado. En ambas categorías, considero que el acomodo de las partículas tiende más a la representación de una mezcla que a la formación de compuestos. Así bien, se tomó la decisión de formar dos categorías diferenciándolas según el espacio existente entre las partículas de hierro y oxígeno, ya que los alumnos de la categoría dos modelaron sus partículas con espacios claramente definidos. Resulta interesante que dos de los alumnos que modelaron al oxígeno como sustancia gaseosa en el modelo del clavo oxidado, modelaran las partículas de hierro más separadas en el clavo oxidado que en el clavo nuevo, representando al oxígeno entre ellas como si fuesen ondas o líneas, de lo cual podríamos deducir que indican tanto movimiento del oxígeno como una gas en el “interior” del clavo, como de las partículas por acción del mismo.

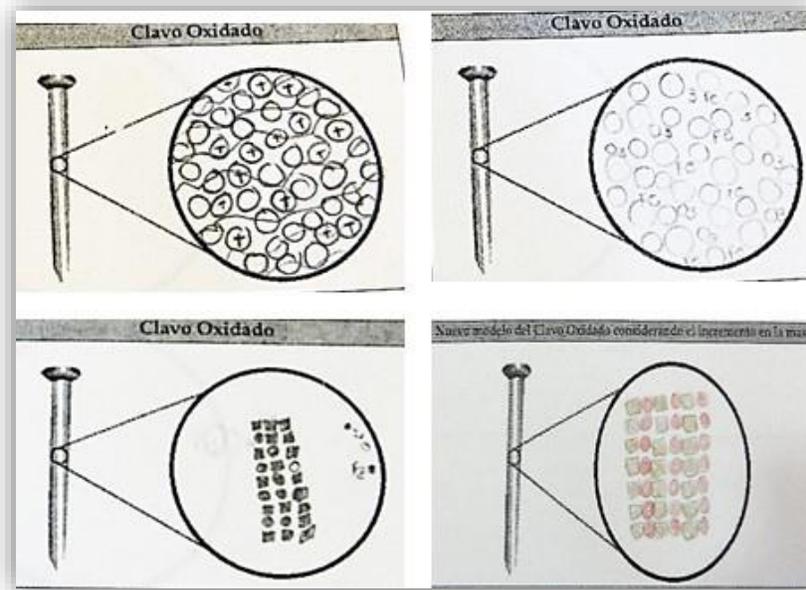


Figura 4. Modelos de clavo oxidado de los alumnos agrupados en la categoría dos. Parte superior: alumnos 4 y 5, parte inferior: alumnos 7 y 14 (respectivamente).

Novick y Nussbaum (1978, 1981) y Benson y colaboradores (1993), citados en Kind (2004, pág. 28), consideran que el modelo del “espacio lleno” es recurrente en los estudiantes, ya sea que consideren que las partículas se presentan empaquetadas de forma muy cercana, o bien, que no existe lugar vacío entre ellas. Lo anterior, según Kind, nos indica que los alumnos desarrollan modelos corpusculares primitivos, los cuales se presentan en la mayoría de los estudiantes. Dicha afirmación resulta consistente con los resultados obtenidos, ya que tan solo un alumno (8% de la población) presentó un modelo corpuscular desarrollado.

Con respecto al modelo presentado por el alumno 14 (ver figura 4), incluido en la categoría tres, éste representó las partículas de hierro y oxígeno de forma ordenada, estableciendo una estructura bien definida en la que a cada hierro se le unían cuatro oxígenos, modificando el acomodo inicial de las partículas de hierro en el clavo nuevo. De tal manera, podemos considerar que el acomodo de partículas establecido por el alumno, indica que la composición y estructura de la materia se modificó. El oxígeno no solo se agregó, sino que está unido a las partículas de hierro en una proporción definida y presenta un acomodo bien definido.

Podemos inferir que el alumno razona que existen fuerzas de atracción presentes en su modelo, dado que las partículas de oxígeno se agruparon de forma definida con las hierro. Kind considera que la capacidad de los jóvenes para diferenciar entre elementos, compuestos y mezclas, son la base para la comprensión de las reacciones químicas.

Así bien, de acuerdo a las categorías establecidas para el análisis de la actividad tres y cuatro del ejercicio dos, considero que los indicios identificados para la relación entre las partículas del clavo y las del oxígeno, así como para la formación de sustancias nuevas, pueden ser utilizadas en clase de la siguiente manera:

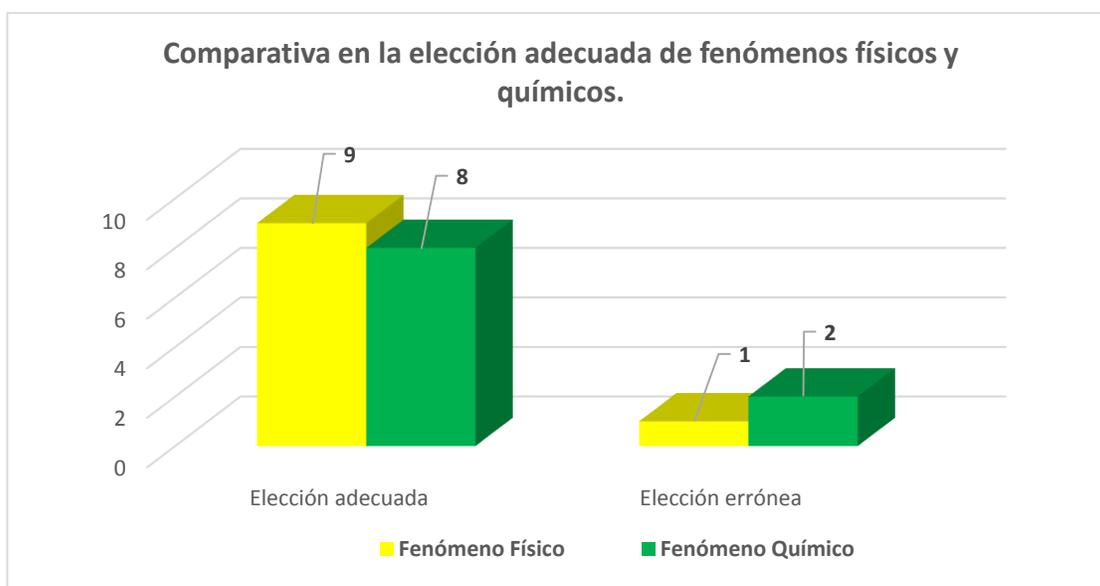
1. Presentar dos modelos para que los alumnos tengan que diferenciar entre la presencia del oxígeno sin oxidar al clavo y la presencia del oxígeno modificando la estructura interna del clavo.
2. Que los alumnos diferencien entre mezcla y reacción química, ya que si los alumnos consideran al oxígeno sin modificar el acomodo y estructura de las partículas de metal, presentan cierta ambigüedad de conceptos al momento de modelar a nivel microscópico dicho cambio químico.

4.2.3. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 6 (ACTIVIDAD 3). IDENTIFICACIÓN Y USO DEL MODELAJE A NIVEL DE PARTÍCULAS DE FENÓMENOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Aspecto a Evaluar:	Explica el comportamiento diferente a nivel de partículas entre un fenómeno físico y uno químico.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Modela lo que ocurre con las partículas en cada uno de los fenómenos elegidos.
Anexo:	Anexo 6.5 Resultados de la actividad tres del "Ejercicio 6: Química en la vida real".

La actividad fue presentada por 13 estudiantes, de los cuales tres de ellos no fueron considerados para el análisis debido a que los modelos que elaboraron eran prácticamente iguales a los de otros estudiantes, por lo que para fines de análisis fueron tomados en consideración según el orden progresivo de los alumnos.

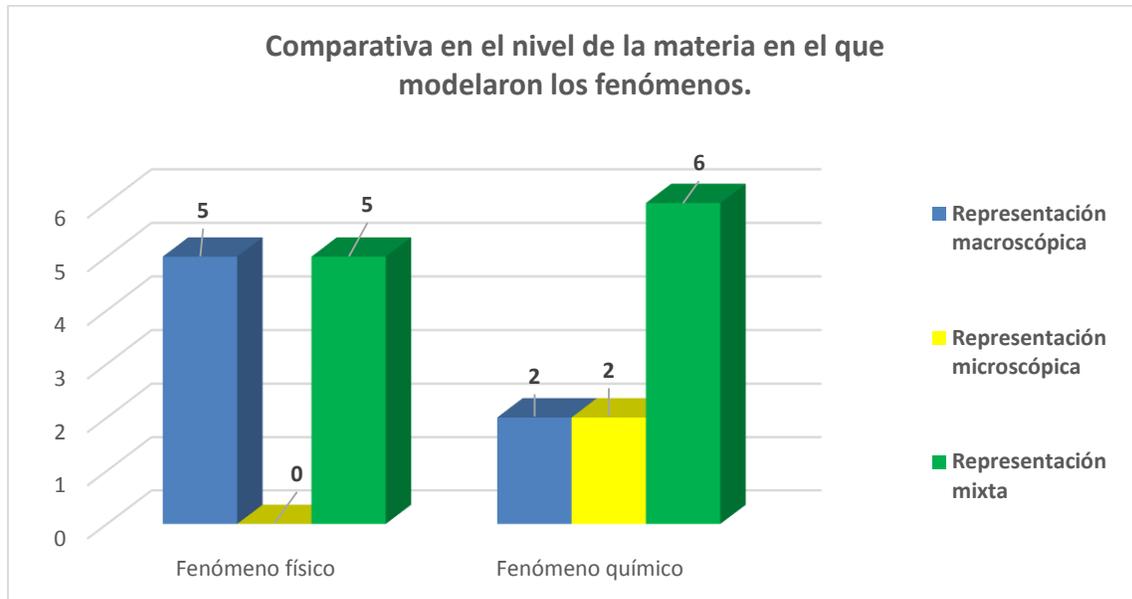
La actividad fue analizada en dos partes, primero se valoró si los alumnos habían identificado y elegido de forma adecuada los fenómenos, y en segunda instancia, se analizó el nivel de organización de la materia en el que habían representado su modelo. Por lo tanto, con respecto a la primera consideración obtuvimos la siguiente distribución de respuestas según los modelos presentados:



Gráfica 9. Comparativa en la elección adecuada de fenómenos físicos y químicos.

Así bien, en referencia a la elección de fenómenos físicos y químicos de forma adecuada, nueve de los diez alumnos considerados eligieron adecuadamente un fenómeno físico para modelar, mientras que ocho lo hicieron para el fenómeno químico.

Si bien la actividad indicaba que debían realizar un modelo de partículas (nivel microscópico de la materia) de dichos fenómenos, al analizar sus respuestas se pudieron identificar tres categorías diferentes acerca de los modelos presentados por los estudiantes. La variedad de modelos pudo categorizarse en modelos macroscópicos, microscópicos, y mixtos (uso de ambos niveles de la materia), obteniendo la siguiente incidencia en cada una de ellas:



Gráfica 10. Comparativa en la elección adecuada de fenómenos físicos y químicos.

Resulta interesante el hecho de que en el modelaje del fenómeno físico ninguno de los alumnos lo haya hecho únicamente a nivel de partículas a pesar de las indicaciones, ya que cinco de ellos optaron por hacerlo a nivel macroscópico, mientras que los cinco restantes decidieron hacer su modelo de forma mixta utilizando ambos niveles de la materia. Los modelos cinco y doce, ambos referentes al eco de los sonidos, se colocaron en categorías distintas debido a que el alumno cinco representó “movimiento” en el desplazamiento del sonido, a diferencia del alumno doce, que si bien modelo “ondas” haciendo referencia al sonido, da una imagen más de proceso a nivel macroscópico que a nivel microscópico.

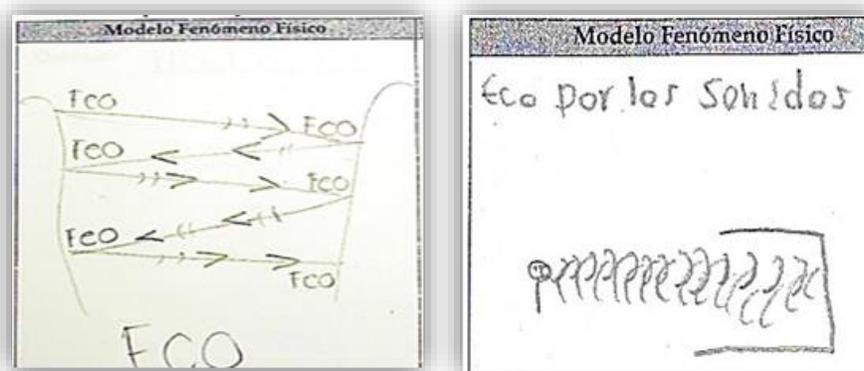


Figura 5. Modelos de físicos representando el eco de los sonidos. (Alumnos 5 y 9 respectivamente).

Dentro de los modelos mixtos elaborados por los alumnos, el modelo trece resultó ser ilustrativo en cuanto a la percepción persistente que existe en los jóvenes con referencia a las modificaciones que pueden sufrir las partículas. En la imagen siete se puede apreciar la representación mixta (macroscópica y microscópica) del alumno para la fundición de un metal. A nivel macro, presenta adecuadamente su modelo dando a entender que una barra de metal pierde rigidez y se dobla hasta fundirse y comenzar a “gotear”. Con respecto a las partículas, podemos apreciar cómo estas son de mayor tamaño y se encuentran más separadas en la porción fundida de la barra, a diferencia de la parte que aún se mantiene rígida y sus partículas están más unidas.

De tal manera, al representar partículas más grandes debido al incremento de temperatura que ocasiona la fundición del metal, el alumno atribuyó características macroscópicas a las partículas, considerando que éstas pueden expandirse o dilatarse. Dicha situación es considerada por Caamaño (2003a, pág. 213) y Kind (2004, pág. 31) como una idea alternativa recurrente, la cual se presenta en los estudiantes como una dificultad de enseñanza relativa a la materia desde el punto de vista macroscópico y microscópico.

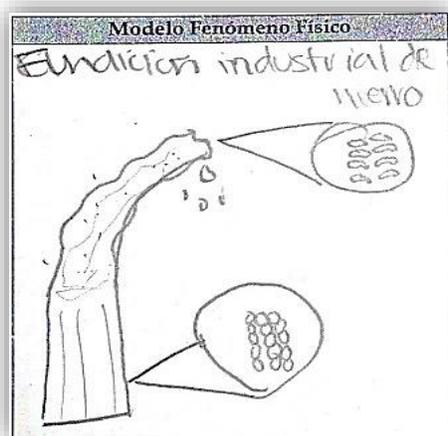


Figura 6 Modelo trece, representación mixta de la fundición del metal.

Los modelos dos, siete y quince, resultaron muy interesantes debido a que la representación microscópica de la bebida de café hirviendo fue representada tanto de *forma icónica* al utilizar líneas que indican la evaporación del agua, como de *forma conceptual* al representar las moléculas de agua utilizando su fórmula química. A

diferencia del modelo dos, en los modelos siete y quince las “moléculas de agua” fueron representadas como partículas, es decir, el agua fue representada como una sola partícula esférica, y no como un conjunto de dos partículas de hidrógeno con una de oxígeno, lo cual desde el punto de vista de Loeffler (1989), citado en Kind (2004, pág. 57), es incorrecto, ya que en la química no podemos pensar en partículas que se comportan individualmente como grandes trozos de sustancia. Para ello, sugiere usar el término “especie química” en detrimento del término partículas, así bien, podemos referirnos a la especie química agua al referirnos a moléculas de agua.

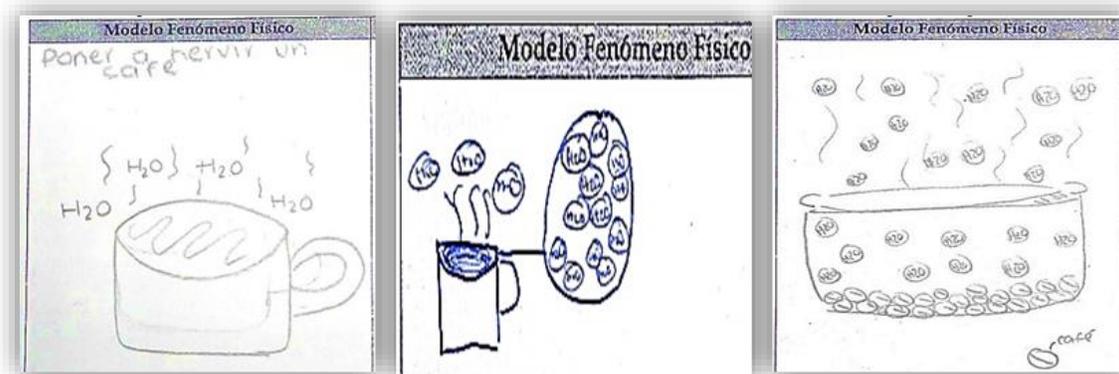


Figura 7. Modelos mixtos con representación icónica y conceptual del agua.
(Alumnos 2, 7 y 15 respectivamente).

Dado que en el modelo quince se puede apreciar la presencia de granos de café como sustancia macroscópica, la cual se fue depositando en la parte inferior del recipiente, además de las partículas de agua que van pasando de fase líquida a fase gaseosa, considero que este modelo es el más complejo de los que se hicieron en esta actividad. Lo anterior partiendo de la consideración de este modelo nos permite inferir cierto nivel de comprensión no solo en cuanto a los fenómenos físicos y cambios de estado, sino también en relación a contenidos de disoluciones y mezclas dado el acomodo del café en el fondo del recipiente. De igual manera, al haber utilizado la fórmula química del agua, nos indica cierto dominio o comprensión del lenguaje químico.

Para los modelos de fenómenos químicos se usaron las mismas categorías establecidas anteriormente, y en este caso si se presentaron modelos a nivel

macroscópico, a nivel microscópico, y también de forma mixta utilizando ambas perspectivas.

En la categoría de modelos a nivel microscópico, los alumnos cinco y doce representaron la oxidación de metales como ejemplo de fenómeno químico, aunque ambos modelos presentaron características peculiares. El modelo cinco representa dos visiones del metal, una antes de oxidarse y otra posterior a la oxidación, lo cual puede indicarnos que el alumno considera el cambio químico como un proceso en el que hay un antes y un después. En el modelo doce se representó a las partículas de hierro y oxígeno utilizando círculos de distinto tamaño, a diferencia del modelo en el que todas las partículas eran similares, sin embargo no se indica cuál de ellas es el oxígeno y cuál el hierro. De igual manera, en su modelo se aprecia en algunos espacios cierta superposición entre las partículas, lo cual puede deberse al orden en el que fue dibujando sus partículas. Tal y como se mencionó en la sección de análisis anterior, podemos apreciar nuevamente la idea previa de que la materia es un continuo en el que no existe espacio entre las partículas.

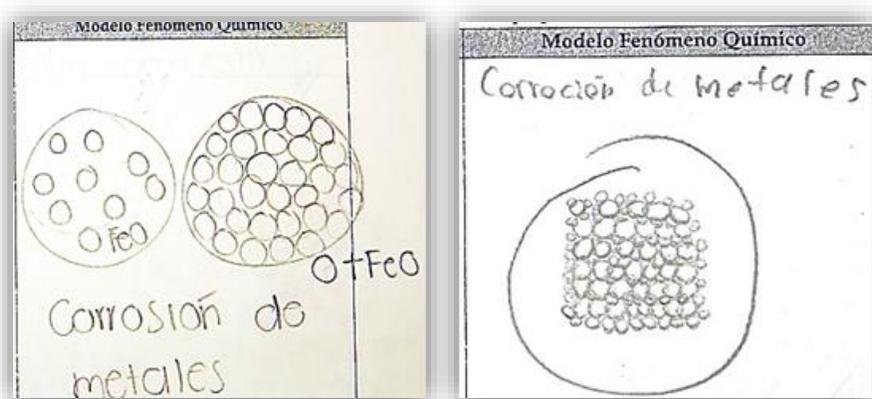


Figura 8. Modelos desde la perspectiva microscópica (cinco y doce respectivamente).

Finalmente, seis de los diez modelos valorados fueron hechos desde una perspectiva mixta en la que utilizaron ambas visiones de la materia, macro y microscópica, por lo que podemos afirmar que el modelaje hecho de esta manera resulta más útil y pertinente para los jóvenes como apoyo descriptivo de sus ideas, dada la relación visual que los estudiantes hacen para poder explicar su punto de vista acerca de lo que ocurre en un fenómeno de distinta índole.

Así bien, los alumnos dos, siete y trece decidieron modelar el proceso de fotosíntesis, representándolo de maneras distintas aunque similares en la idea general, es decir, los tres alumnos coincidieron modelando de forma macroscópica una planta, aunque las variaciones se presentan en las representaciones microscópicas que hacen del fenómeno. La alumna dos modeló alrededor de la planta partículas de energía y de oxígeno, situación muy interesante al considerar no sólo a una de las sustancias participantes, sino también al hacer alusión a la energía que se produce en dicho proceso, aun cuando no mencione que esa energía es química y se deriva del ATP. Por su parte, la alumna siete modeló de forma similar a como lo hacen los libros de texto de ciencias naturales, ya que modeló nubes y “partículas” de agua alrededor de la planta. Respecto al alumno trece, en su modelo indica con líneas que se lleva a cabo un intercambio de dióxido de carbono y oxígeno en la planta, sin embargo, al indicar la presencia de oxígeno en vez de colocar O_2 puso OO, situación que de acuerdo a Caamaño (2003a, pág. 214) hace referencia a una dificultad en la comprensión de las fórmulas moleculares de los elementos (O_2), ya que el alumno presenta confusión en la estructura molecular, confundiendo el O_2 con dos átomos de oxígeno (2O).



Figura 9. Modelos mixtos de la fotosíntesis (modelos dos, siete y doce respectivamente).

Los alumnos restantes que hicieron una representación mixta de su fenómeno químico, optaron por representar la oxidación de los metales a nivel macroscópico modelando un clavo, mientras que a nivel microscópico indicaron cómo era el interior de dicho clavo oxidado. Así bien, los modelos seis y quince representaron de forma conceptual en el interior del clavo los símbolos del hierro y el oxígeno en alusión a las sustancias presentes en el clavo oxidado, los cuales fueron colocados de forma aleatoria sin establecer relaciones visibles entre ellos. Asimismo, a

diferencia de su modelo físico, el alumno 15 si representó a cada elemento como partícula en su modelo químico, lo cual soporta la consideración hecha con anterioridad acerca de que presentaba dificultades para modelar moléculas, ya que lo hacía como si fuese una especie química. Sin embargo, considero que no presenta dificultad para moverse entre los niveles de organización de la materia cuando modela un fenómeno.

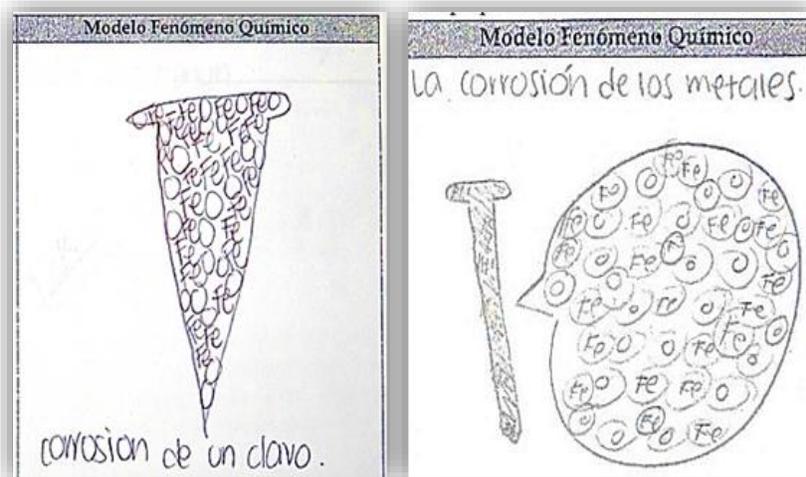


Figura 10. Modelos mixtos de la corrosión de un clavo (modelos seis y quince respectivamente).

Al respecto, Caamaño (2003a, pág. 216) considera que una de las dificultades intrínsecas de la química es que los estudiantes puedan moverse explícitamente entre los niveles macroscópicos (observacional), microscópico (atómico-molecular) y representacional (símbolos, fórmulas, ecuaciones) de la materia. Sin embargo, desde mi punto de vista, considero que en el caso de los alumnos 14 y 15 no tan es perceptible debido a que tienden a representar sus últimos modelos de forma mixta, lo cual nos indica cierta “facilidad” o habilidad para mover sus representaciones entre los distintos niveles de organización de la materia.

Probablemente, el hecho de que en el ejercicio “Clavo oxidado”, “Pastilla efervescente” y “Precipitando sustancias”, se hayan utilizado esquemas macroscópicos de apoyo para que modelaran lo que ocurría o existía al interior del mismo y así pudieran modelar las partículas que conformaban los objetos o sustancias de cada ejercicio, haya influido de cierta manera para que los jóvenes desarrollaran modelos mixtos en los que utilizaban tanto la perspectiva

macroscópica como la microscópica para explicar lo ocurrido en los fenómenos de cada ejercicio.

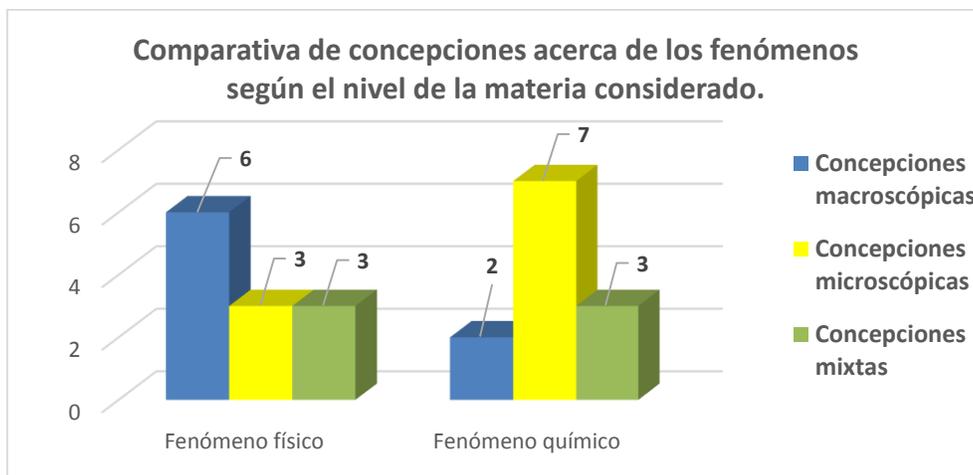
De tal manera, con influencia o no de los esquemas presentes en los ejercicios, considero que los indicios obtenidos en la identificación y modelado de fenómenos físicos y químicos pueden ser útiles considerando los siguientes aspectos:

1. El uso de fenómenos con los que los estudiantes se sientan próximos, favorece la identificación de los mismos como fenómenos físicos o químicos según sea el caso.
2. Partir de modelos macroscópicos para explicar posteriormente a nivel de partículas un fenómeno, ya sea físico o químico, permite a los jóvenes relacionar ambas visiones de y establecer una visión propia de dicho fenómeno.
3. Los alumnos se valen de una visión mixta de los fenómenos para poder expresar de manera más clara sus concepciones acerca de un fenómeno en estudio.
4. El uso de modelos mixtos para explicar un proceso químico puede ayudar a los docentes a que sus alumnos muevan sus concepciones a visiones microscópicas más claras de los fenómenos químicos que estudien en clase.

4.2.4. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 6 (ACTIVIDAD 5). CONCEPTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO FÍSICO Y FENÓMENO QUÍMICO

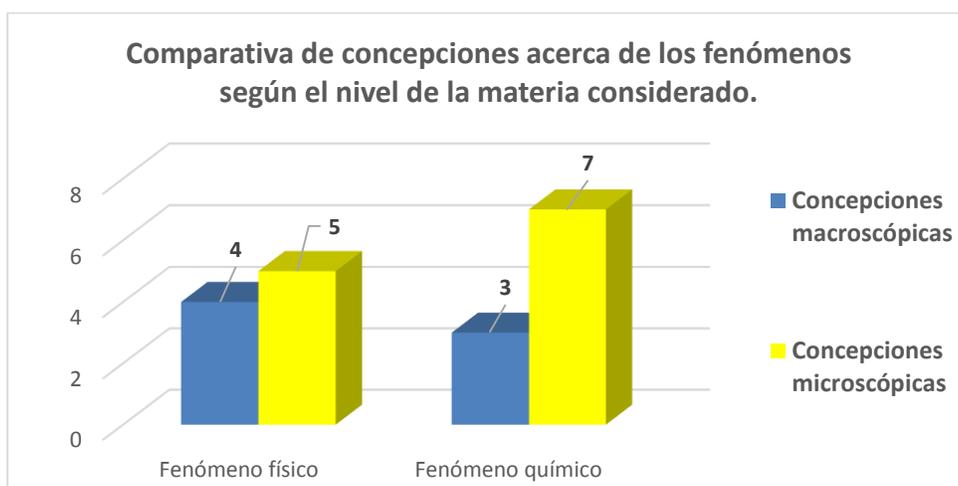
Aspecto a Evaluar:	Define de forma adecuada el cambio físico y el cambio químico.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Define brevemente cada tipo de fenómeno tomando en consideración los cambios que sufren las partículas en cada uno de ellos.
Anexo:	Anexo 6.6 Resultados de la actividad cinco del “Ejercicio 6: Química en la vida real”.

De las trece conceptualizaciones acerca de lo que es un fenómeno físico, fueron analizadas doce, debido a la similitud en las respuestas del alumno dos y once. Se identificaron definiciones a nivel macro y microscópico para ambos fenómenos, algunos alumnos optaron por conceptualizar los fenómenos describiendo características de ambos tipos.



Gráfica 11. Comparativa en la cantidad de concepciones macroscópicas y microscópicas de fenómenos físicos y químicos.

Se aprecia claramente en la distribución de las conceptualizaciones que la mayoría optó por definir el fenómeno físico con un lenguaje macroscópico, mientras que para el fenómeno químico se decantaron por uno microscópico. Es importante señalar que los alumnos catorce y quince definieron ambos fenómenos utilizando una perspectiva mixta, lo cual nos indica que las actividades previas les permitieron madurar sus estructuras cognitivas de forma tal que les permite moverse fácilmente de un nivel a otro de la materia. De igual manera, la cantidad de alumnos que definieron el cambio químico desde un enfoque microscópico nos permite considerar que las actividades realizaron hasta ese momento les ayudaron a conceptualizar de la forma en que lo hicieron.



Gráfica 12. Comparativa en la cantidad de concepciones macroscópicas y microscópicas de fenómenos físicos y químicos.

Así bien, se puede apreciar de forma clara cómo los alumnos conceptualizan ambos fenómenos casi con la misma frecuencia en ambos niveles de la materia. En referencia al cambio físico, las nueve posibilidades de conceptualizaciones identificadas fueron las siguientes:

Valoración de las concepciones acerca del cambio físico.

Nivel macroscópico.		Alumno
1	Hay cambio en el estado de agregación.	3, 14, 15
2	Cambian sus características.	6, 7, 10
3	No se necesitan sustancias de más para que ocurra.	8, 9
4	El cambio es visible.	10, 13
Nivel microscópico.		Alumno
5	Las partículas no cambian.	2, 14, 15
6	Los elementos no cambian.	5
7	No hay cambio en la composición.	7
8	Las partículas no se combinan.	12
9	Hay cambio en la estructura.	2, 12, 14

Tabla 9. Categorías respecto a las conceptualizaciones hechas sobre el cambio físico.

Prácticamente en la mitad de las respuestas proporcionadas por los alumnos existe más de una categoría posible, ya que de las respuestas de los alumnos tres, cinco, seis, ocho, nueve y trece únicamente su pudo identificar una posibilidad de categoría al respecto, siendo el alumno cinco el único en dar una respuesta a nivel microscópico de la materia, al considerar que en un cambio físico los elementos involucrados no cambian.

En las cuatro categorías a nivel macroscópico se presentó casi la misma cantidad de repeticiones (tres en la 1 y 2, y dos en la 3 y 4), mientras que en las categorías a nivel microscópico sólo las categorías 5 y 9 presentaron más de una repetición, tres cada una. A partir de esto, podemos considerar que en referencia a los fenómenos físicos los estudiantes no presentaron mayor dificultad en

conceptualizar un fenómeno químico en ambos niveles de la materia. Asimismo, los alumnos valoran el cambio físico tomando en consideración lo que es visible y lo que no lo es, lo cual nos permite centrar la atención en el hecho de que el uso de modelos a lo largo de las actividades planteadas en la UD les ha permitido hacer consideraciones acerca de los cambios que pueden ocurrir en la materia en ambos niveles de organización.

La respuesta del alumno ocho, al únicamente mencionar que *no se necesitan sustancias*, puede resultar confusa o ambigua de categorizar, por lo cual se optó por incluirlo en el nivel macroscópico dentro de la categoría “*no se necesitan sustancias de más*”, al considerar que posiblemente se refiera al hecho de que un solo tipo de materia puede cambiar físicamente sin necesitar la presencia de alguna otra sustancia.

Respecto a las categorías establecidas para las definiciones que elaboraron acerca del cambio químico, la mayor parte de los alumnos considerados en el análisis optaron por realizar definiciones a nivel microscópico, teniendo como resultado las siguientes posibilidades:

Valoración de las concepciones acerca del cambio químico.

Nivel macroscópico.		
1	Las sustancias se transforman	2, 8
2	Se necesita la presencia de más de una sustancia.	2, 9, 14
3	Existen reactivos que se transforman en productos.	14, 15
Nivel microscópico.		
4	La composición de la materia se modifica.	2, 3, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15
5	Las partículas cambian o se transforman.	3, 5, 7, 15
6	Los elementos cambian.	5, 6, 10
7	Los compuestos cambian o se transforman.	15
8	Las moléculas cambian o se transforman.	15
9	Las partículas se combinan.	7, 12
10	El cambio no es visible, es interno.	13

Tabla 10. Categorías respecto a las conceptualizaciones hechas sobre el cambio químico.

Dada la diversidad de respuestas presentadas por los alumnos, se optó por delimitar categorías específicas tomando en consideración la redacción literal hecha por los jóvenes, además de que también se establecieron categorías de acuerdo a la interpretación que se hizo de sus conceptualizaciones.

La categoría cuatro, en la cual se integraron nueve respuestas, se estableció tomando en consideración la consistencia palpable en la mención del cambio o transformación que ocurre en la materia, variando únicamente el concepto que los estudiantes relacionaron a dicho cambio. Debido a la variabilidad de conceptos para denotar el cambio en la materia, siete categorías (1, 3, 5, 6, 7, 8 y 9) tienen una relación directa con la categoría cuatro. De igual manera, dada la variabilidad presente en la redacción, las respuestas de los alumnos dos, catorce y quince fueron consideradas como mixtas. Por ejemplo, el alumno dos considero que *cuando se juntan dos sustancias, los químicos se transforman*. De tal manera, por usar el concepto sustancia fue incluido en la categoría uno, por considerar que se juntan dos sustancias se incluyó en la categoría dos, mientras que por la idea general del cambio en los “químicos” fue considerado en la categoría cuatro.

La categoría tres se estableció por los alumnos catorce y quince, debido a que en sus respuestas hicieron referencia a los conceptos de reactivo y producto, ya fuese que usaran uno de ellos o ambos. En el caso del alumno catorce, consideró que el cambio químico ocurre cuando *hay dos o más sustancias que reaccionan y crean un producto nuevo y diferente*. Así bien, esta respuesta también fue incluida en las categorías dos y cuatro dada su redacción. Fue incluida en la categoría dos debido a la consideración que hizo de que reaccionan dos o más sustancias, mientras que su inclusión en la categoría cuatro se debió a la idea general de cambio en la materia. Con respecto al alumno quince, considero que fue una respuesta compleja en el uso de conceptos, dado que definió al cambio químico diciendo que *existen reactivos, que pueden ser compuesto, partículas o moléculas, que cambian y se transforman en productos*. Al comprar esta redacción con la de los demás alumnos, la utilización de un número mayor de conceptos es notoria, debido a lo cual fue incluida en cinco categorías diferentes (3, 4, 5, 7 y 8).

De igual manera, considero relevante hacer mención a los alumnos siete y doce, quienes hicieron la valoración de que en el cambio químico las partículas se combinan y debido a esto cambian (categoría nueve), y por lo tanto fueron los únicos en considerar que en el cambio químico el acomodo de las partículas se modifica. Asimismo, el alumno trece hizo una valoración muy sencilla en la redacción, pero claramente microscópica, ya que considero que el cambio químico *no se ve a simple vista ya que es algo interno*. Aunque algunos cambios químicos son perceptibles a simple vista, considero que su respuesta es relevante al hacer mención clara de que la modificación ocurrida es interna.

Finalmente, considero que en la exploración hecha de la forma en la que los conceptualizan los cambios, podemos apreciar una maduración conceptual presente en las ideas de los jóvenes respecto a la valoración de ambos cambios, sobre todo en aquellos jóvenes que han ido desarrollando la habilidad de moverse con facilidad entre los distintos niveles de organización de la materia. En consecuencia, podemos considerar que las actividades planteadas en la UD hasta el momento de la aplicación del ejercicio seis han resultado pertinentes para la modificación de las estructuras cognitivas de los jóvenes en pro de una conceptualización del cambio químico en distintos niveles de organización de la materia.

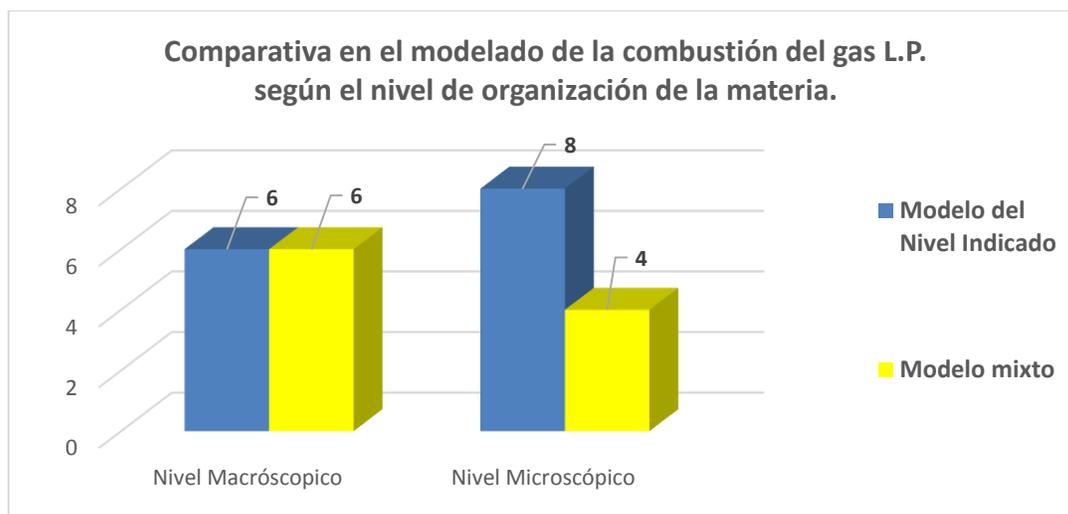
De igual manera, tomando en consideración la información analizada de las conceptualizaciones del cambio físico y del cambio químico, esta podría servirnos en clase para:

1. Utilizar ejemplos en clase que permitan a los alumnos concebir el cambio físico no solo a nivel macroscópico, sino también a nivel microscópico, de forma tal que comprendan el comportamiento de las partículas que conforman la materia durante el cambio físico.
2. Orientar a los alumnos a relacionar la modificación de características macroscópicas de la materia durante el cambio químico con la reestructuración de las sustancias que la conforman.
3. Favorecer el uso de concepciones y ejemplos en clase que permitan que los alumnos movilicen sus ideas entre el nivel macroscópico y el nivel microscópico de la materia, ya que de esta manera los jóvenes adquirirán un mayor dominio de los conceptos relacionados tanto al cambio físico como al cambio químico.

4.2.5. ANÁLISIS DE EJERCICIO 8 (ACTIVIDAD 4). EL USO DE MODELOS PARA LA COMPRENSIÓN DE FENÓMENOS QUÍMICOS COTIDIANOS.

Aspecto a Evaluar:	Modela un fenómeno químico a nivel macroscópico y microscópico de forma pertinente.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Representa con modelos la combustión del gas LP (C_3H_8) a nivel macroscópico y a nivel de partículas.
Anexo:	Anexo 6.7 Resultados de la actividad cuatro del “Ejercicio 8: Ecuaciones cotidianas”.

Respecto al análisis hecho de los modelos solicitados, de los quince alumnos participantes en la realización del ejercicio, no se tomaron en consideración tres de ellos para ambos modelados debido a la similitud de sus modelos con la de algún compañero, con la diferencia de que el alumno once no fue considerado en el modelo a nivel macroscópico y el alumno diez en el nivel microscópico. Así bien, los modelos fueron categorizados bajo las siguientes consideraciones:



Gráfica 13. Comparativa en el modelado de la combustión del gas L.P. según el nivel de organización de la materia.

Tal y como se puede apreciar en la gráfica anterior, los alumnos representaron nuevamente el fenómeno correspondiente no solo de la forma en la que se les indicó, sino que además volvieron a presentar modelos mixtos para representar la combustión del gas L.P. Por consiguiente, considerando que todos los alumnos modelaron la combustión del gas L. P. utilizando el nivel de organización de la

materia que se les solicitó, aunado al hecho de que la incidencia de modelos mixtos se incrementó, podemos afirmar que los ejercicios y actividades diseñados para la UD del tema de reacción química incidieron de forma positiva en la maduración de las estructuras cognitivas de los jóvenes, tanto en el uso de modelos para la representación de fenómenos químicos cotidianos a distintos niveles de organización de la materia, como en la comprensión del cambio químico en sí mismo, aun cuando algunos de ellos sigan presentando deficiencias en la identificación y representación de las sustancias. De tal manera, las categorías establecidas para el modelado de la combustión del gas L.P. en cada nivel de organización de la materia fue la siguiente:

**Valoración de los modelos para la combustión del gas L.P.
según el nivel de organización de la materia**

Nivel macroscópico.		
1	Modelo macroscópico de la combustión con presencia de flama.	1, 9, 13, 14
2	Modelo macroscópico de la combustión sin presencia de flama.	8, 12
3	Modelo mixto de la combustión con al menos una sustancia participante modelada de forma simbólica alrededor de la flama.	2, 3, 6, 10, 15
4	Modelo mixto de la combustión con ecuación química del proceso.	4
Nivel microscópico.		
5	Modelo a nivel de partículas como una ecuación.	1, 14
6	Modelo a nivel de partículas de cada elemento sin vínculo entre sí.	3
7	Modelo a nivel de partículas de los elementos como especies químicas en una ecuación.	4
8	Modelo a nivel de partículas de las sustancias como especies químicas en una ecuación.	6
9	Modelo a nivel de partículas sin diferenciar tipo o tamaño de estas.	11, 13
10	Modelo a nivel de partículas como una ecuación sin diferenciar las partículas.	12
11	Modelo mixto de la flama con las especies químicas englobadas en círculos.	2, 15
12	Modelo mixto de la flama con partículas sin diferenciar en su interior.	8
13	Modelo mixto de la flama con los elementos participantes en el interior.	9

Tabla 11. Categorías establecidas respecto al modelaje de la combustión del gas L.P. en distintos niveles de organización.

De los modelos macroscópicos elaborados por los estudiantes en referencia a la combustión del gas LP, podemos apreciar que seis de los doce modelos analizados fueron mixtos, lo cual nuevamente nos lleva a considerar que la utilización de ambos niveles de organización de la materia resulta útil para los jóvenes. Mención especial del modelo cuatro, ya que en ese modelo mixto se optó por representar la ecuación química de la combustión, visión distinta a lo presentado por todos los demás estudiantes. Asimismo, fue la primera actividad analizada en la que este alumno representó un fenómeno de forma simbólica, además de lo esperado a nivel macro y microscópico.

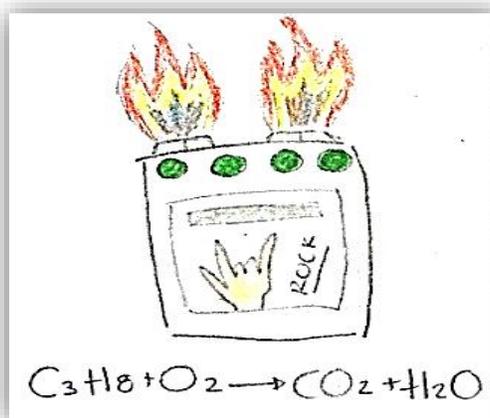


Figura 11. Modelo mixto para el modelaje macroscópico de la combustión del gas L. P. (Alumno cuatro).

En el caso de los modelos exclusivamente macroscópicos, la peculiaridad se presentó en los modelos ocho y doce, ya que aunque se pidió que modelaran la combustión de forma macroscópica, en su modelo no había presencia de flama.

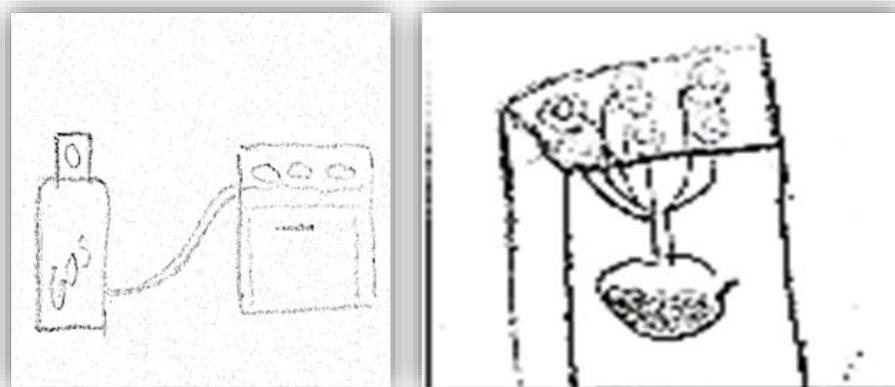


Figura 12. Modelos macroscópicos de la combustión del gas L. P. sin flama (Alumnos ocho y doce respectivamente).

A su vez, cuando se solicitó un modelo a nivel de partículas, cuatro alumnos elaboraron modelos mixtos, representando la flama de la combustión y las partículas en su interior de formas distintas. De estos cuatro modelos, los de los alumnos dos y quince resultaron interesantes dado que representaron las sustancias participantes como especies químicas, ya fuese como elementos, moléculas, o bien como porciones de las moléculas participantes.

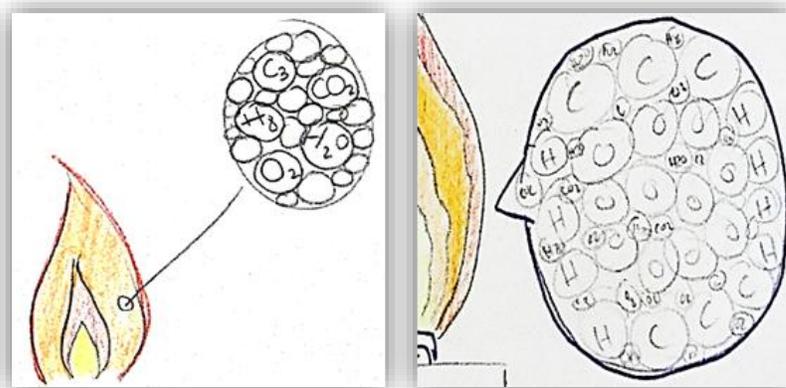


Figura 13. Modelos mixtos para el modelaje microscópico de la combustión del gas L. P. (Alumnos dos y quince respectivamente).

Respecto a los modelos con características exclusivas del nivel de partículas, podemos mencionar que hubo gran diversidad, ya que se pudieron establecer seis categorías diferentes tomando en consideración las características plasmadas en ellos. Los modelos uno y catorce, integrados en la categoría cinco, representan la combustión como una ecuación química en la cual los reactivos y productos están modelados molecularmente, siendo el modelo uno el que presentó una mayor aproximación a la estructura aceptada por la comunidad científica para el propano.

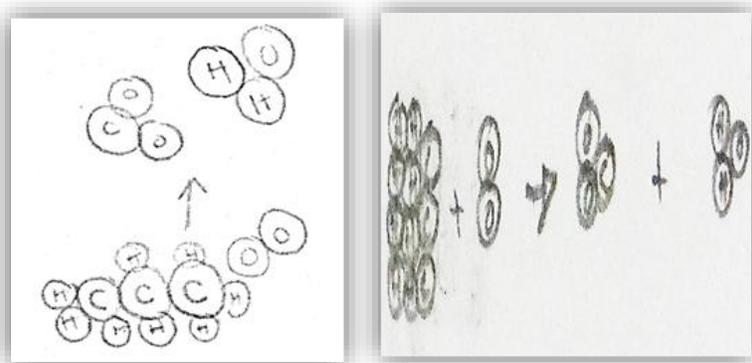


Figura 14. Modelos a nivel de partículas de la combustión del gas L. P. (Alumnos uno y catorce).

De igual manera, los modelos cuatro, seis y doce, pertenecientes a las categorías siete, ocho y diez respectivamente, presentan cierta similitud al modelar la ecuación química de la combustión del gas LP. Los modelos cuatro y seis representaban a los reactivos y productos como especies químicas, con la diferencia de que en el modelo cuatro las especies químicas hacían alusión a cada elemento presente, mientras que en el modelo seis las especies químicas representaban a cada sustancia. Por su parte, en el modelo 12 se pueden apreciar partículas acomodadas representando las posiciones de los reactivos y productos de la reacción, aunque no podemos identificar a las sustancias dado que todas las partículas son iguales.

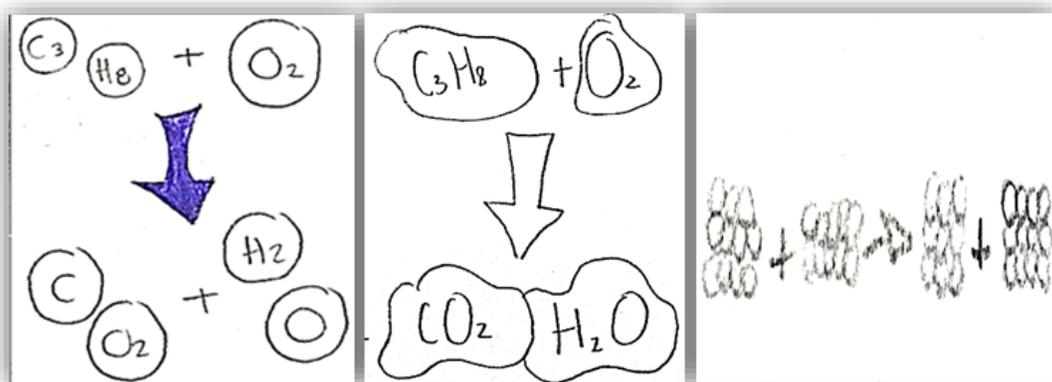


Figura 15. Modelos a nivel de partículas representando la ecuación de la combustión del gas L. P.

Al igual que en el modelado macroscópico, considero que los jóvenes modelaron a nivel de partículas la combustión del gas L. P. de manera más compleja que como venían haciéndolo. Si bien es cierto que las deficiencias para poder diferenciar las distintas especies químicas (átomos, elementos, moléculas, sustancias) son palpables, también lo es el hecho de que sus modelos maduraron en distinta escala, aproximándose de forma gradual a lo aceptado por la comunidad científica.

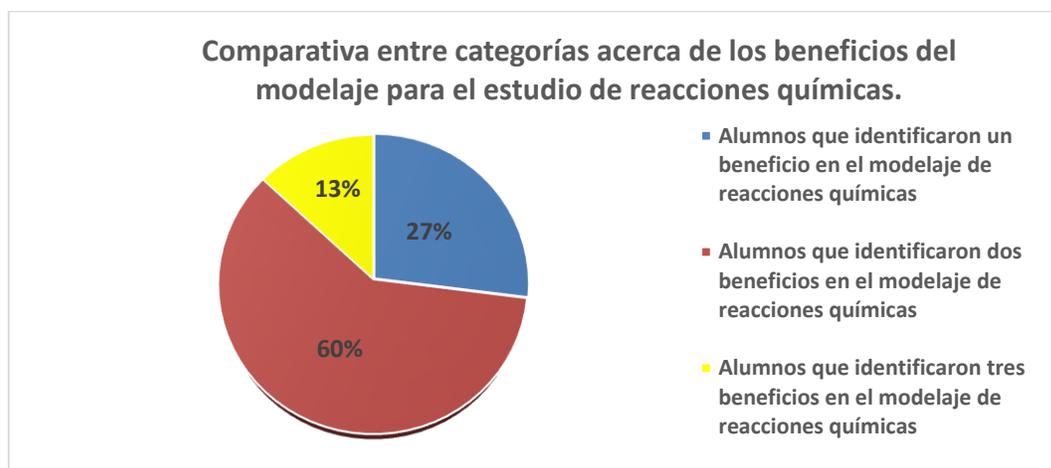
Tal y como se mencionó en el análisis anterior, los indicios obtenidos acerca del nivel de la materia en el que los jóvenes expresan sus ideas nos da pauta a poder trabajar en el aula abordando ejemplos de forma mixta, de forma tal que en los alumnos se habitúen a expresar y representar sus ideas de forma microscópica, lo cual en muchas ocasiones resulta confuso o problemático para muchos estudiantes. Considero, de acuerdo a los indicios analizados hasta el momento, que trabajando representaciones y explicaciones que vayan gradualmente desde un enfoque

macroscópico hasta uno microscópico, permitirá a los jóvenes ir modificando sus ideas hasta poder expresarlas en el nivel en el que sea necesario hacerlo. Menciono lo anterior, partiendo del hecho de que las representaciones mixtas fueron aumentando y permitieron a los estudiantes ir expresando conceptos a nivel de partículas.

4.2.6. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 8 (ACTIVIDAD 5) IMPORTANCIA DEL MODELAJE EN EL ESTUDIO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

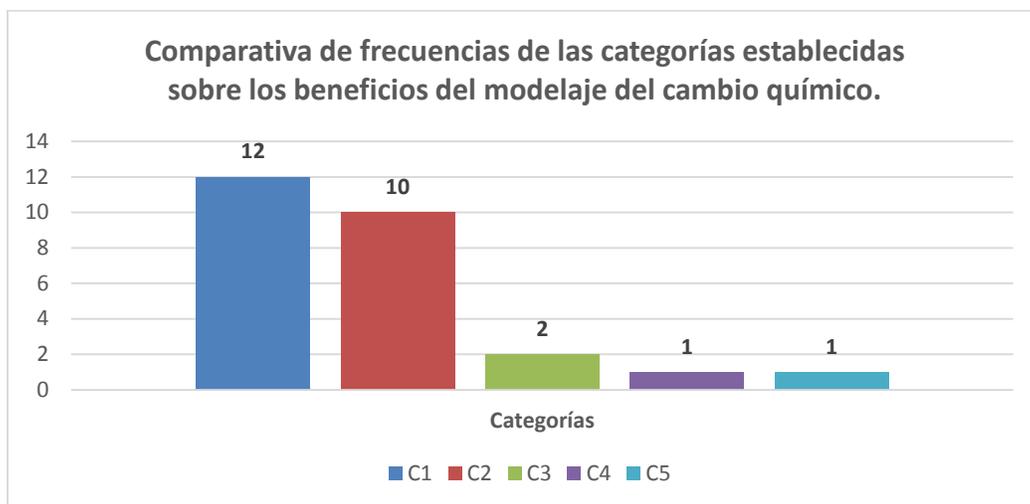
Aspecto a Evaluar:	Explica la importancia de estudiar los fenómenos químicos a través del uso de modelos.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Explica de qué manera el uso de modelos te ayudó a comprender las reacciones químicas.
Anexo:	Anexo 6.8 Resultados de la actividad cinco del “Ejercicio 8: Ecuaciones cotidianas”.

Finalmente, cuando se les solicitó a los estudiantes que explicarían en qué aspectos les había ayudado el uso de modelos para comprender el tema de reacción química, la mayoría de los estudiantes consideró más de un beneficio en el uso del modelaje para explicar el cambio químico, ya que tal y como se aprecia en la siguiente gráfica, el 73% de los estudiantes (11 de los 15 alumnos) mencionó más de un beneficio. Así bien, los porcentajes obtenidos fueron los siguientes:



Gráfica 14. Comparativa entre la cantidad de beneficios identificados por los estudiantes acerca del uso de modelos para el estudio de reacciones químicas.

Debido a que las respuestas de los 15 estudiantes participantes en la investigación fueron de distinta índole, se pudieron establecer cinco posibles categorías, las cuales fueron consideradas por los alumnos de la siguiente manera:



Gráfica 15. Comparativa de frecuencias de las categorías establecidas sobre los beneficios del modelaje del cambio químico.

Las categorías que se establecieron y los alumnos que las consideraron fueron los siguientes:

Valoración sobre los beneficios del uso de modelos para la comprensión del cambio químico.

1	Los modelos facilitan la comprensión de las cosas porque están más explicados.	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
2	Los modelos ayudan a visualizar mejor las cosas.	2, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15
3	Los modelos ayudan más que las ecuaciones químicas.	4, 10
4	Los modelos son divertidos.	13
5	Los modelos ayudan a comprender la vida cotidiana.	15

Tabla 12. Categorías establecidas respecto a los beneficios del modelaje en la comprensión del cambio químico.

Dentro de las respuestas proporcionadas por los estudiantes, podemos apreciar claramente que el mayor beneficio que pueden encontrar es que los modelos les facilitan la comprensión de las cosas, lo cual podría deberse principalmente a que consideran que un modelo les parece mejor explicado que la pura definición conceptual de las cosas. Por lo tanto, podemos afirmar que esta

valoración de los alumnos se aproxima a lo considerado por Treagust, Chittleborough y Mamiala (2002, pág. 364), al encontrar que los estudiantes consideran que los modelos son útiles debido a que con ellos pueden vincular lo conocido con lo desconocido, lo familiar con lo no familiar, y por consiguiente son una herramienta de gran ayuda para poder comprender las cosas.

De igual manera, valoran la importancia que los jóvenes le dan al potencial ilustrativo de los modelos debido a que proporcionan explicaciones visuales, e incluso algunos estudiantes los llegan a considerar como réplicas de la realidad. Dicha postura coincide con las valoraciones de los alumnos integradas en las categorías dos, según la cual el uso de modelos te permite “ver o visualizar” cosas o situaciones que de otra manera no podrías percibir. Dentro de la diversidad de respuestas integradas en esta categoría, podemos mencionar que las diferencias fueron con relación a los conceptos considerados por los alumnos como posibles de visualizar. Así bien, los estudiantes consideraron que los modelos no solo te ayudan a visualizar las partículas, sino también las reacciones en sí mismas, así como las cantidades presentes de cada sustancia durante todo el proceso químico en estudio. De tal manera, me parece importante recalcar el beneficio mencionado por los alumnos cuatro y diez incluidos en la categoría tres, ya que consideran que los modelos les ayudan más que las ecuaciones, hecho que podríamos relacionar con la explicación dada para la categoría uno, según la cual los modelos nos sirven como herramientas capaces de ayudarnos a comprender mejor nuestro entorno.

De igual manera, considero que el establecimiento de las categorías tres y cuatro tiene relevancia a pesar de solo haberse presentado en una ocasión cada una. Así bien, el hecho de considerar el uso de modelos como una actividad divertida, abre la posibilidad de que nuestras actividades como docentes puedan resultar más llamativas e interesantes a nuestros estudiantes, además de que tal y como considera el alumno quince, los modelos nos pueden servir como aliciente para que los jóvenes vinculen los contenidos de la asignatura con su vida cotidiana, aunado al hecho de que como docentes podemos centrar más su atención en dicho beneficio del uso de modelos como estrategia didáctica.

Finalmente, es importante señalar que de forma previa en la actividad cuatro del primer ejercicio de la UD, trabajada en equipos, los alumnos fueron cuestionados acerca de la importancia del uso de modelos como herramienta de apoyo para la comprensión de fenómenos naturales. En consecuencia, se establecieron algunas consideraciones acerca de las valoraciones que hizo cada equipo respecto al modelaje de fenómenos. De hecho, algunas estas presentan cierta similitud con algunas de las categorías establecidas en este apartado, con lo cual podemos afirmar que los alumnos no solo reafirmaron dichas ideas, sino que además las volvieron más específicas al hacerlas más explícitas. Para más detalles al respecto ver el apartado 4.3.1 del *Análisis de Resultados* que se presenta a continuación.

En conclusión, tomando en consideración lo expresado por los alumnos acerca del uso de modelos en clase, valdría la pena que los docentes:

1. Usar modelos didácticos que ayuden a los alumnos a moverse con facilidad entre los distintos niveles de organización y representación de la materia.
2. Ser claro y especificar qué características o conceptos de los modelos utilizados pertenecen a cada nivel de organización de la materia para no generar errores conceptuales en los estudiantes.
3. Ir incorporando conceptos que permitan ir aumentando la complejidad de un mismo modelo con la finalidad de que los alumnos regulen sus concepciones acerca de un tema en estudio al modificar las ideas que poseen al respecto.
4. Valorar la pertinencia de cada uno de los modelos y ejemplos usados en clase, de forma tal que resulten llamativos, divertidos, contextualizados, y sobretodo reflejen el nivel de complejidad adecuado para los alumnos con los que se esté trabajando.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES POR EQUIPO

Una vez presentado el análisis de las actividades individuales, a continuación se presenta el análisis hecho a las actividades por equipo incluidas en los cinco ejercicios restantes que no se han analizado. Al igual que como se hizo con las actividades individuales, las actividades por equipo fueron escogidas tomando en consideración los aprendizajes esperados para los cuales fueron diseñadas.

4.3.1. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 1 (ACTIVIDAD 4). IMPORTANCIA DEL USO DE MODELOS PARA EL ESTUDIO DE FENÓMENOS NATURALES

Aspecto a Evaluar:	Argumentan el uso de modelos como herramienta análoga para representar fenómenos naturales, basándose en las limitaciones que tiene el ser humano para explicar las cosas que no puede ver
Cuestionamiento principal de la actividad:	Expliquen la importancia del uso de modelos para el estudio de los fenómenos naturales presentes en nuestro entorno.
Anexo:	Anexo 7.1 Resultados de la actividad cuatro del “Ejercicio 1: Caja negra”.

En este primer ejercicio, de carácter introductorio al uso de modelos, se buscó que al interior de los equipos de trabajo los alumnos discutieran y discernieran acerca del contenido de la caja negra. Así bien, al solicitarles en la actividad cuatro que explicaran la importancia del uso de modelos como herramienta para aproximarnos a la comprensión de la naturaleza y de los fenómenos naturales presentes en nuestro entorno, pudimos delimitar y diferenciar ciertas consideraciones acerca de la utilidad del modelaje en los tres equipos. De tal manera, se identificaron cuatro diferentes consideraciones, las cuales son presentadas a continuación:

Consideraciones sobre el modelaje de fenómeno en las ciencias.

1	Los modelos te permiten esclarecer ideas.	E1
2	Los modelos ayudan a comprender lo que no se puede ver a simple vista.	E1, E3
3	Los modelos te ayudan a ver y analizar mejor.	E2
4	Los modelos te ayudan a conocer la Naturaleza.	E2

Tabla 13. Categorías establecidas sobre el modelaje de fenómenos en las ciencias.

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, solo una de las consideraciones establecidas se identificó en al menos dos equipos, ya que en las explicaciones proporcionadas en la actividad planteada ambos equipos valoraron el uso de los modelos como un factor importante para poder comprender aquellas situaciones que no pueden ser apreciadas a simple vista. De cierta manera, podríamos considerar que las consideraciones uno y tres presentan cierta relación o similitud, ya que ambas hacen referencia a que el modelado favorece la comprensión de fenómenos. Finalmente, respecto a la última consideración identificada, resulta importante señalar que el equipo dos haya considerado el hecho de que los modelos nos ayudan a comprender la Naturaleza, situación sobre la cual deberíamos movernos los docentes en nuestro quehacer diario. Tal y como se consideró en la investigación, es importante que tal y como mencionó el equipo dos, hagamos notar a los estudiantes que el modelaje les puede ayudar a que vean reflejada su labor escolar con la comprensión del mundo que los rodea, y no solo como un requisito institucional, social o familiar que debe cumplirse.

Considero relevante hacer un paréntesis para comparar esta actividad con la última actividad individual analizada, dado que ambas son referentes a la percepción de los estudiantes en cuanto al uso de modelos. Por lo tanto, el hecho de que en la actividad cinco del ejercicio ocho, realizada en la última sesión de trabajo considerada para la UD, se haya presentado una mayor diversidad de respuestas posibles, así como el uso de conceptos que no se habían utilizado en la actividad cuatro del ejercicio uno, nos da la pauta para afirmar que el trabajo llevado a cabo por los estudiantes repercutió de manera positiva en su percepción acerca de los beneficios que el uso de modelos tiene en la actividad científica. Esto puede deberse, según Coll, France y Taylor (2005), a la dimensión social de la ciencia, según la cual, los modelos son debatidos y probados hasta ser aceptados por la comunidad científica.

De tal manera, tal y como se hizo con el grupo-clase prueba, es importante que en cada una de nuestras clases vayamos introduciendo información de forma paulatina para que los alumnos identifiquen tanto los usos como las limitaciones de los modelos propios y los de otros individuos, propiciando así el desarrollo de habilidades metacognitivas.

4.3.2. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 3 (ACTIVIDAD 1 Y 2). RELACIÓN DE LA LEY DE LA CONSERVACIÓN Y EL SISTEMA EN EL QUE SE LLEVA A CABO UNA REACCIÓN

Aspecto a Evaluar:	Explican las variaciones en la masa al pasar de un sistema cerrado a uno abierto.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Usen su modelo para explicar cómo y por qué cambiaría la masa si quitamos el globo.
Anexo:	7.2 Resultados de la actividad uno y dos del “Ejercicio 3: Pastilla efervescente”.

Debido a que tanto los modelos como las explicaciones son muy diferentes entre sí, la única consideración establecida fue en referencia a si habían modificado o no su modelo inicial para representar la disminución de masa al haber abierto el sistema cerrado con el que se inició el ejercicio. En consecuencia, se determinó que los tres equipos modificaron su modelo inicial haciendo ciertas consideraciones con relación a la respuesta que proporcionaron. Si bien los tres equipos modificaron su modelo indicando que la masa disminuía, cada uno lo explicó de manera distinta dejando entrever ideas previas identificadas en otras investigaciones. En primera instancia, explicaremos la consideración de cada equipo con respecto a la formación del gas presente en la efervescencia, y de forma posterior haremos el análisis de su explicación con respecto a la disminución de la masa en el sistema.

Cuando el **equipo uno** menciona “...hubo una reacción entre la pastilla y el gas carbónico, lo que tuvo como resultado gas carbónico que hace que el globo se infle...”, nos remite a la información obtenida por Shollum (1981a y 1982) y Barker (1995), citados en Kind (2004, pág. 70 y 71), acerca de que los jóvenes consideran que el gas producido en la efervescencia existía previamente y sólo se desprendía cuando a ésta se le añadía agua. Situación similar se presentó con el **equipo tres** al enunciar que “Las moléculas de gas carbónico se liberan al entrar en contacto con el agua...”. Al respecto, Kind considera que este tipo de percepciones de los estudiantes reflejan una dificultad en relacionar la formación del gas a través de un rearrreglo de átomos.

Por su parte, el **equipo dos** consideró que “Las moléculas de las pastillas se disuelven en el agua formando gas, este gas al evaporarse infla el globo...”, es una idea que de acuerdo a Kind y Shollum (1981a), citado en Kind (2004, pág. 54), presenta confusión en diferenciar los cambios de agregación con los cambios químicos.

Considero que la confusión es clara debido a que utilizan las palabras “formando” y “evaporarse”, siendo que la primera hace alusión a un cambio químico, mientras que la segunda claramente se refiere a un cambio de estado. Kind considera que esto se debe a que los alumnos presentan serias dificultades para consolidar los conocimientos previamente instruidos, debido principalmente a que en el enfoque tradicional de enseñanza no se consideran ni el tiempo ni espacio necesario para explorar las ideas de los estudiantes y dirigirlas hacia la maduración y consolidación del conocimiento.

Finalmente, con respecto a la disminución de la masa en el sistema al quitar el globo, los tres equipos consideraron que dicha disminución se debía que si liberaba el gas contenido en el globo, lo que según Hesse y Anderson (1992), citado en Kind (2004, pág. 71), indica que los estudiantes conciben a los gases como sustancias materiales que poseen masa. El hecho de que los tres equipos consideraran que los gases poseen masa resulta sumamente interesante en cuanto a la comprensión de las características de la materia, ya que Caamaño (2003a, pág. 212) considera que una de las ideas previas que genera mayor dificultad en el aprendizaje de la química, y que se encuentra muy arraigada en los estudiantes, es que los gases no tienen masa.

Analizando la redacción de las respuestas proporcionadas por los equipos, considero que la del **equipo dos** presentó una redacción más pertinente y asertiva, al enunciar que “...al quitar el globo se va el gas y con él peso y masa”. Asimismo, si bien parte de la respuesta del **equipo tres** comentada con anterioridad hace referencia a que el gas existía de forma previa, en la segunda parte de su respuesta se considera que el gas es resultado de un cambio químico, al mencionar que “...el gas que se creó salió y con eso se llevó algunas partículas de agua”. Además, a partir de dicho extracto, podemos considerar que el equipo valora que la disminución de la masa no solo se debe a la salida del gas formado, sino también por la pérdida de moléculas de agua, lo cual nos indica la presencia de confusión entre cambio químico y cambio de estado, situación también valorada con respecto a la respuesta del equipo dos con respecto a la formación del gas.

Así bien, podemos afirmar que los tres equipos, si bien de forma distinta y con distintas consideraciones al respecto, valoraron de forma adecuada las razones por las cuales disminuyó la masa del sistema, pasando de cerrado a abierto al quitar el globo que contenía el gas formado. De igual manera, resulta importante señalar que los jóvenes poseían ideas previas respecto a la formación de dióxido de carbono como resultado de la efervescencia, situación sobre la cual elaboraron tanto su modelo inicial del sistema cerrado, como el final acerca del sistema abierto llevado a cabo.

En conclusión, considerando los indicios que se acaban de analizar, considero que en clase los docentes debemos:

1. Esclarecer las dudas y errores conceptuales de los alumnos al utilizar de forma indistinta los conceptos de masa y peso.
2. Dejar claro que cuando ocurre un cambio químico en el que se libera una sustancia gaseosa, ésta no preexistía y solo “sale”, sino que es resultado de un reacomodo de las partículas de las sustancias participantes.
3. Hacer hincapié y explicar que si bien en algunos cambios químicos se forman sustancias en un estado de agregación diferente al de los reactivos, un cambio de estado de agregación no es sinónimo de cambio químico y viceversa.

4.3.3. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 4 (ACTIVIDAD 2). EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA REACCIÓN QUÍMICA

Aspecto a Evaluar:	Explican cómo una reacción química se ve alterada al existir variaciones en la temperatura que repercuten en la formación de nuevas sustancias.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Expliquen cómo influye la temperatura en una reacción química.
Anexo:	Anexo 7.3 Resultados de la actividad dos del “Ejercicio 4: Precipitando sustancias”.

Respecto a las respuestas proporcionadas por cada equipo en el análisis de la reacción de precipitación llevada a cabo a distintas temperaturas, se pudieron identificar dos aspectos distintos, los cuales son presentados a continuación:

Consideraciones sobre el efecto de la temperatura en las reacciones de precipitación.

1	Identificación de variaciones físicas en el color y consistencia del precipitado formado por efecto de la temperatura.
2	Identificación del efecto de la temperatura en la solubilidad del precipitado formado.

Tabla 14. Categorías establecidas sobre el efecto de la temperatura en reacciones de precipitación.

En la **primera consideración**, los tres equipos valoraron en sus respuestas las variaciones presentes en el color y consistencia del precipitado, mencionando que en el tubo depositado en agua caliente la coloración es más fuerte mientras que en el otro la coloración es más clara. El **equipo tres** consideró que la variación en el color se debe a la presencia de gases que hacen que las partículas se muevan y modifiquen la tonalidad del precipitado, ya que mencionaron que *“Los gases suben y las partículas más pesadas se quedan en el fondo”*. Al respecto, podemos afirmar que los alumnos consideran que cuando ocurre un cambio químico se presenta la formación de gases, situación que según Kind (2004, pág. 72) se debe a que comúnmente los docentes presentamos reacciones químicas que producen gases a nuestros alumnos, lo cual deriva en que asocien de forma automática la producción de gas con las reacciones químicas. Además, valoran la densidad de las sustancias al considerar que *“...las partículas más pesadas se van al fondo”*.

De igual manera, los tres equipos hacen valoraciones relacionando la consistencia o apariencia del precipitado, mencionando por ejemplo, en el caso del **equipo uno y tres**, que el tubo en agua fría el precipitado tiene una consistencia como de sólido, como si estuviese “congelado”. Es posible que hayan utilizado la palabra “congelado” relacionando la modificación del precipitado con la temperatura más baja en dicha disolución, situación que lo cual debe ser retomado y aclarado por el docente para no generar una idea errónea al respecto en los jóvenes. Por su parte, el **equipo dos** mencionó que el polvo en el tubo frío tenía un aspecto “gelatinoso”, haciendo alusión probablemente a que las partículas se encuentran más unidas, al igual que la opinión vertida por los otros dos equipos al considerar el precipitado en tubo frío como si estuviese congelado.

Respecto a la **segunda consideración**, partiendo de las explicaciones proporcionadas por los tres equipos, podemos decir que tanto el equipo dos como el equipo tres hacen alusión de forma directa a la modificación en la solubilidad del precipitado según la temperatura, ya que en el caso del **equipo dos** mencionan que en el agua caliente las partículas se separan mientras que en el agua fría se juntan. Por su parte, el **equipo tres** mencionó que en el agua caliente las sustancias se separan formando capas, mientras que en el agua fría las partículas tienen apariencia de sólido y las partículas más pesadas se van al fondo. En consecuencia, podemos inferir que la solubilidad disminuye y las partículas se juntan, y debido a esto los alumnos consideraron que tiene apariencia de sólido, estado de agregación de la materia en el que las partículas tienen menor espacio entre sí. Por lo tanto, podemos afirmar que la actividad resultó bastante productiva en cuanto a la valoración que los jóvenes hicieron respecto a la forma en que las variaciones de la temperatura influyen de forma directa en las reacciones de precipitación.

Considero que tomando como punto de partida los indicios analizados de las respuestas de los tres equipos:

1. Trabajar reacciones de precipitación a distintas temperaturas en el laboratorio escolar nos brinda la posibilidad de trabajar el tema de solubilidad de los reactivos según la temperatura del medio en el que se encuentren los reactivos.
2. Analizar el efecto de la temperatura en las variaciones ocurridas en una reacción química a temperaturas diferentes puede permitirnos abordar los temas de velocidad de reacción y el papel de los reactivos limitantes.

4.3.4. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 5 (ACTIVIDAD 1 Y 2). MANIPULACIÓN, MODELAJE Y EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS QUÍMICOS ESTUDIADOS

Aspecto a Evaluar:	Modelan y argumentan de forma pertinente la reacción química de precipitación utilizando distintos conceptos químicos.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Expliquen al grupo por qué eligieron los materiales que utilizaron y qué representa su modelo.
Anexo:	Anexo 7.4 Resultados de la actividad uno y dos del “Ejercicio 5: Manipulando reacciones”.

Partiendo tanto de los modelos elaborados, como de las explicaciones hechas por los integrantes de cada equipo acerca de su modelo, se pudieron establecer las siguientes valoraciones:

Consideraciones sobre la elaboración y argumentación de los modelos a escala de la reacción de precipitación.

1	Acomodo y estructura de las partículas de su modelo.
2	Explicitación sobre las sustancias participantes (reactivos y productos).
3	Uso adecuado de conceptos en la explicación y argumentación del modelo.

Tabla 15. Categorías establecidas sobre la elaboración y argumentación de los modelos a escala que realizaron de la reacción de precipitación.

Ahora bien, respecto a la **primera y segunda consideración** para el análisis de esta actividad, el **equipo uno** realizó un modelo lineal en el que todas las sustancias modeladas estaban unidas a un vértice, a partir del cual únicamente podíamos diferenciar a las sustancias por el color de limpiapipas utilizado para colocar a los elementos participantes. Si bien cada sustancia estaba representada, un detalle relevante fue que no existía unión entre los elementos de cada sustancia, las cuales estaban diferenciadas por el color de la estructura que las sostenían y no se podía apreciar cuáles de ellas eran reactivos y cuáles productos.

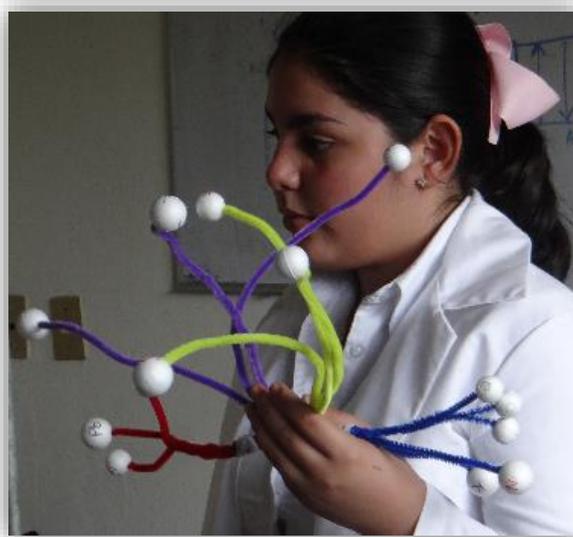


Figura 16. Modelo del equipo uno para la reacción de precipitación analizada.

A su vez, el **equipo dos** presentó un modelo en el que las sustancias participantes no estaban representadas de forma individual, ya que los integrantes de dicho equipo optaron por sólo modelar a los elementos involucrados en el interior de un matraz, y no a cada una de las sustancias participantes de forma individual. De igual manera, debido a la forma en la que hicieron su modelo, no era posible identificar a las sustancias reactantes y a las producidas.



Figura 17. Modelo del equipo dos para la reacción de precipitación analizada.

Finalmente, el modelo del **equipo tres** fue una representación de la ecuación química de dicha reacción de precipitación, modelando de forma estructurada a cada una de las sustancias con la cantidad de átomos correcta en cada una de ellas. Por consiguiente, debido a la forma en como modelaron, los dos reactivos y productos eran claramente diferenciables entre sí, ya que incluso modelaron los símbolos más (+), ya que en vez de utilizar el símbolo químico “produce” (\rightarrow) utilizaron un símbolo igual (=). Es importante mencionar que con excepción de la molécula de yoduro de potasio, en las otras tres no se representó de forma adecuada su estructura molecular.



Figura 18. Modelo del equipo tres para la reacción de precipitación analizada.

De igual manera, resultó muy interesante el hecho de que el equipo tres mencionó que debido a que tuvieron menos tiempo para modelar (ver Anexo 5.1 con la bitácora de observaciones del Colegio Bilingüe “Emilio Rosenblueth”) del considerado en la UD, no les había dado tiempo de modelar más reactivos y productos, ya que era visible que no existía la misma cantidad de átomos de cada elemento en los reactivos y en los productos. Debido a esto, podemos afirmar que el modelaje de reacciones es de gran ayuda para que los alumnos puedan visualizar si es necesario balancear una ecuación química o no, al tomar en consideración las cantidades de átomos que elaboran para representar a cada sustancia. Por lo tanto, retomando a Kind (2004, pág. 100) quien menciona a Rowell y Dawson (1980), consideramos que este equipo desarrolló la idea de que las reacciones tienen lugar en proporciones.

En referencia a la **tercera consideración**, cabe mencionar que con excepción del **equipo tres** que argumentó de forma amplia y adecuada su modelo al utilizar conceptos como *átomo, elemento, sustancia, enlace, reactivos, productos y balanceo de ecuaciones*, los **equipos uno y dos** solamente utilizaron los conceptos *elemento y sustancia*, con la diferencia de que el equipo dos solamente utilizó *sustancia* dentro de la argumentación hecha de su modelo.

Lo más relevante de la etapa de argumentación de modelos fue que cuando el equipo tres explicó y argumentó su modelo, los otros dos equipos también colaboraron haciendo mención de lo que ellos habían dejado de hacer o mencionar al hacer una comparación entre los modelos de los tres equipos. En este sentido, podemos volver a considerar lo expuesto por Moreira, Greca y Rodríguez Palmero acerca de que los modelos evolucionan gracias al enriquecimiento paulatino de los mismos.

Al respecto, Guevara y Valdez (2004) consideran que dado que la habilidad de modelar es un herramienta del pensamiento que no puede ser aprendida como un contenido, sino más bien a través de la práctica a lo largo del tiempo, los docentes debemos favorecer espacios de discusión en los que se analice la validez y conveniencia de los modelos que los alumnos planteen, esto con la finalidad de que los jóvenes comprendan la capacidad de los modelos de poder modificarse y evolucionar de forma tal que puedan incluir la información que consideren relevante para aproximarse a lo aceptado por la comunidad científica.

De igual manera, considero que el papel del docente en esta actividad fue adecuada, ya que a pesar de la premura del tiempo para que cada equipo explicara su modelo, permitió que los alumnos discutieran y analizaran tanto el trabajo de su equipo como el de los otros, generando una retroalimentación con respecto a cómo habían elaborado su modelo y cómo consideraban que debían haberlo hecho después de haber observado los demás, lo cual, dados los resultados de las actividades y ejercicios subsecuentes, resultó ser una discusión sumamente positiva.

4.3.5. ANÁLISIS DEL EJERCICIO 7 (ACTIVIDAD 8). EL PAPEL DEL SUBÍNDICE Y EL COEFICIENTE EN EL BALANCEO DE ECUACIONES

Aspecto a Evaluar:	Demuestran comprensión del papel de los subíndices y coeficientes de las sustancias en el balanceo de ecuaciones químicas.
Cuestionamiento principal de la actividad:	Expliquen por qué se encuentra balanceada de forma errónea la ecuación.
Anexo:	Anexo 7.4 Resultados de la actividad ocho del “Ejercicio 7: Simbolizando reacciones”.

Pasando del uso de modelos para balancear ecuaciones hacia una abstracción de dicho procedimiento, al proporcionarles una ecuación balanceada de forma errónea con la finalidad de que identificarán la razón por la cual estaba mal balanceada, pudimos establecer las consideraciones al respecto:

Consideraciones sobre el papel del subíndice y el coeficiente en el balanceo de ecuaciones.

1	Comprenden el papel de los subíndices en la composición de la materia.
2	Comprenden el papel de los subíndices en el balanceo de ecuaciones.
3	Comprenden el papel del coeficiente.

Tabla 16. Categorías establecidas sobre el papel del subíndice y el coeficiente en el balanceo de ecuaciones.

Cabe mencionar que estas consideraciones se establecieron considerando únicamente las respuestas de los **equipos uno y tres**, ya que el equipo dos no proporcionó ninguna respuesta al respecto. Así bien, al valorar la respuesta del **equipo uno** se determinó que sólo la primera consideración estaba presente en ella, ya que si bien mencionaron que los subíndices no pueden modificarse al balancear una ecuación química, no hicieron mención alguna a que estos no deben modificarse de ninguna manera ya que entonces la sustancia no es la misma, y de igual manera no hicieron mención a que solo los coeficientes pueden variar cuando se balancea una ecuación.

Por su parte, en la respuesta del **equipo tres** sí se identificó la presencia de las tres consideraciones. Con respecto a la primera de ellas, mencionaron que *el subíndice no se puede cambiar porque indica la cantidad de átomos de un elemento presentes en una molécula*, con lo cual hacen referencia directa a que al modificar el subíndice de una sustancia estábamos cambiando la sustancia (materia) de la cual estamos hablando, y por consiguiente la estructura de la molécula no será la misma. Y en referencia a las otras dos consideraciones, el equipo tres enunció que en el *último producto duplicó los subíndices del compuesto, eso no se puede cambiar, solamente agregar un coeficiente estequiométrico*, de forma tal que están haciendo mención a que en el balanceo de ecuaciones los subíndices se mantienen inalterables, siendo únicamente los coeficientes los valores que pueden modificarse para balancear una ecuación.

Tomando en consideración que Caamaño (2003a, pág. 214) menciona que una de las dificultades más comunes en el aprendizaje de la Química en cuanto al ajuste e interpretación de ecuaciones reside en que los subíndices de las fórmulas son modificados con objeto de igualar las ecuaciones, nos parece interesante que los dos equipos identificaron dicho problema, lo cual podría indicarnos que estos alumnos no presentarían dicho problema al resolver y balancear ecuaciones. Por su parte, probablemente el equipo dos no contestó la actividad debido a que no identificaron cual era el error en la ecuación que se les presentó.

En conclusión, dos de los equipos expresaron adecuadamente el rol de los subíndices en una ecuación química, además de que el equipo tres valoró de forma adecuada el hecho de mantener inalterables los subíndices para no modificar la materia, así como la posibilidad de que los coeficientes estequiométricos de las sustancias participantes puedan modificarse con la finalidad de balancear una ecuación.

Por consiguiente, valorando los indicios que se acaban de analizar, considero que los docentes que impartimos la asignatura de Química en educación básica, o alguna afín en otro nivel educativo, tenemos que:

1. Tener presente la virtud de los modelos como agente “esclarecedor” que le permite a los estudiantes visualizar las cantidades existentes de partículas participantes en una reacción.
2. Valorar el uso de los modelos macroscópicos y microscópicos para explicar reacciones químicas, nos ayuda a que los alumnos tengan más posibilidades de expresar satisfactoriamente de forma simbólica una reacción a través del uso de una ecuación química.
3. Utilizar la posibilidad didáctica de los modelos para que nuestros estudiantes trabajen satisfactoriamente reacciones químicas a nivel simbólico a través de la resolución de ecuaciones químicas.
4. Considerar el uso de modelos como una alternativa para que los jóvenes puedan “observar” las cantidades necesarias de cada sustancia para que una ecuación química quede balanceada adecuadamente.

4.4 ANÁLISIS DE CAMBIO CONCEPTUAL EN LOS MODELOS INDIVIDUALES

De forma paralela al análisis de los contenidos y aprendizajes esperados puestos en juego en cada una de las actividades analizadas en los apartados anteriores, se fue haciendo un seguimiento a los modelos elaborados por los alumnos de forma tal que nos diera la oportunidad de identificar indicios de la existencia o presencia de modificaciones en la ideas expresadas por los jóvenes, particularmente en los modelos generados en las actividades de los ejercicios trabajados de forma individual. Así bien, se eligieron los modelos de la alumna 15 debido a que considero que en sus modelos se notan de forma más clara las variaciones que se fueron presentando en la forma de representar los fenómenos trabajados en las actividades analizadas a continuación.

Los primeros modelos analizados fueron los correspondientes a las *actividades dos y cuatro del ejercicio dos*, en los cuales los alumnos debían modelar de forma microscópica cómo concebían a las partículas de un clavo nuevo y las de un clavo oxidado, considerando en uno de ellos la posibilidad de explicar la variación de la masa ocasionada por la oxidación del hierro del clavo.

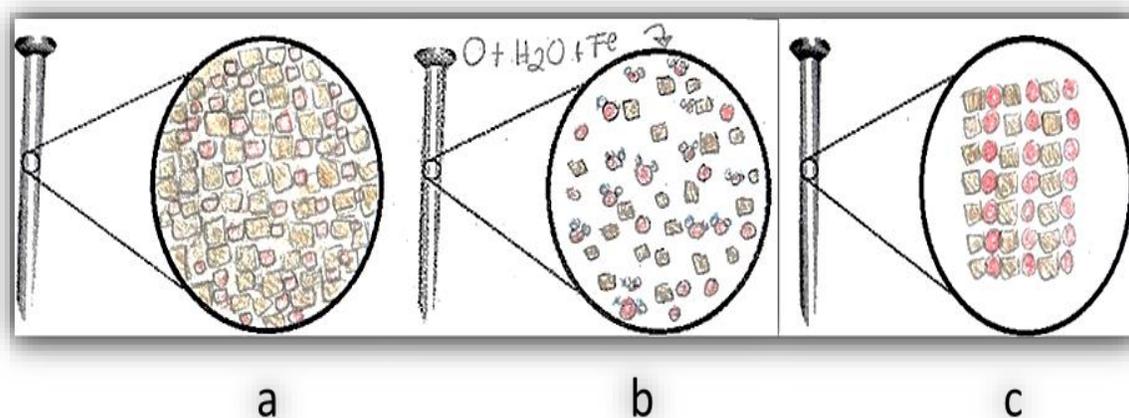


Figura 19. Modelos de la actividad 2 (a y b) y la actividad 4 (c) del ejercicio 2 de la UD.

De acuerdo a las características de los modelos presentados en la figura 19, se puede apreciar que en el “*modelo a*” se toman en consideración dos sustancias diferentes en la composición del clavo, siendo el hierro representado por las figuras “cuadradas” de color café, mientras que el oxígeno fue representado por las figuras “circulares” de color rojizo. A su vez, en el “*modelo b*” la alumna no solo presentó un

modelo microscópico en el que representó las partículas de hierro y oxígeno al igual que en el modelo anterior, sino que además considero que el agua era necesaria para hubiese oxidación, por lo que la representó modelándola usando pequeñas figuras circulares de color azul para indicar la presencia del hidrógeno unido al oxígeno; asimismo, también indico a modo de “ecuación” lo que en su opinión se presentaba en el interior de un clavo oxidado.

Finalmente, en el “*modelo c*” presentado en la figura 19, podemos considerar que se presentó la primera modificación en la idea expresada y modelada por parte de la alumna, ya que de forma clara se aprecia que en primer lugar desechó la idea de la presencia del agua como parte del proceso de oxidación del clavo, dejando únicamente la representación de las partículas de hierro y de oxígeno, las cuales también presentan una modificación en su acomodo, ya que en el *modelo a* las partículas de hierro y oxígeno se encuentran acomodadas de forma azarosa y sin ningún indicio estructural entre ellas, situación distinta a la del *modelo c*, en el cual las partículas se encuentran organizadas de forma lineal aunque no presentan una relación directa que indique una relación entre ellas. Cabe mencionar que en el cuestionamiento previo la alumna indicó que su modelo de clavo oxidado (*modelo b*) le permitía explicar el incremento de masa de un clavo al oxidarse, por lo cual no era necesario modificar su modelo, sin embargo, la alumna sí considero necesario modificarlo y no tomar en consideración la moléculas de agua que previamente había considerado como un factor para la corrosión de los metales.

En la actividad tres del ejercicio seis, los alumnos debían generar modelos a nivel de partículas que les permitieran explicar alguno de los fenómenos físicos identificados en la actividad dos, así como alguno de los fenómenos químicos identificados en la misma actividad previa. De forma tal, la alumna analizada en el presente apartado eligió y modeló de forma adecuada los fenómenos que seleccionó del listado elaborado en la actividad previa. Así bien, tal y como lo considera Loeffler (1989), citado en Kind (2004, pág. 57), el modelado que hizo del agua en su modelo de fenómeno físico presenta un error conceptual al ser considerada como una partícula y no como una especie química, situación que no se presenta en su modelo químico debido a que en éste representó al hierro y al oxígeno aunque sin modelar al óxido férrico resultante de dicho proceso de corrosivo, probablemente dicha situación se deba a que en ningún momento se les indicó o nombró al producto

formado por la corrosión del clavo. Sin embargo, considero que es posible apreciar que la forma y estilo de modelar a nivel microscópico con respecto a la actividad individual previa presenta diferencias, sobretodo en cuanto a representar las sustancias utilizando cierta nomenclatura al indicar la fórmula química del agua y los símbolos químicos del hierro (Fe) y del oxígeno (O), situación que no se presentó en la actividad individual que se mencionó previamente. Cabe recordar que en el primer modelo del clavo oxidado la alumna hizo una representación simbólica semejante a una ecuación química ($O + H_2O + Fe$) aunque no utilizó dicha información en su modelo en sí.

De tal manera, puedo considerar que se presentó cierta modificación en la representación de las partículas presentes en los modelos de la figura 19 en relación a los modelos presentados en la figura 20, sobretodo en cuanto a la utilización de símbolos químicos para identificar a los elementos participantes en ambos fenómenos, situación que me permite inferir una mayor comprensión del nivel microscópico de la materia en cuanto a la estructura y conformación de la materia.

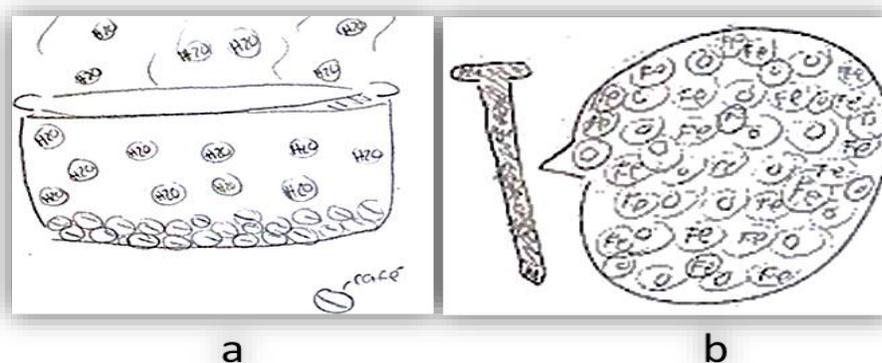
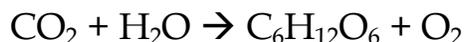


Figura 20. Modelos de la actividad 3 del ejercicio 6 de la UD.
Modelo a. Fenómeno físico Modelo b. Fenómeno químico

Finalmente, en el ejercicio ocho se analizaron dos actividades en las que se tenían que elaborar modelos a nivel macroscópico y microscópico de la fotosíntesis y de la combustión del gas L.P. (actividad dos y cuatro respectivamente). Para el caso de la actividad dos, al modelar el proceso a nivel macroscópico la alumna nuevamente utilizó una visión mixta del fenómeno, la cual tendía más a explicar el fenómeno a nivel de partículas además de que representó de forma simbólica las

sustancias participantes a modo de ecuación química, colocando lo siguiente alrededor de la hoja:



Cabe mencionar que la alumna volvió a representar *especies químicas*, aunque ya colocó partículas al colocar los elementos participantes en el interior de la hoja. A su vez, en el modelo a nivel microscópico la alumna hizo el intento de modelar las partículas participantes pero nuevamente tendió a modelar *especies químicas* en lugar de partículas, con la diferencia de que para el caso de la molécula de glucosa modeló de forma separada el C₆, el H₁₂ y el O₆, pero cada una también como especie química. Si bien, conceptualmente no es lo adecuado, podemos notar una modificación en la idea al pasar de nivel macroscópico a nivel microscópico al hacer el intento de ir separando las moléculas en los elementos que las conforman.

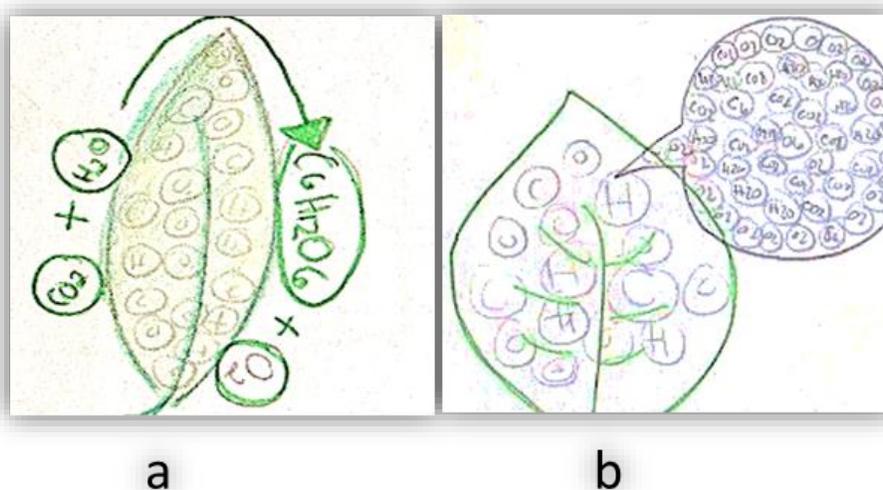


Figura 21. Modelos de la actividad 2 del ejercicio 8 de la UD.

Modelo a. Fotosíntesis nivel macroscópico

Modelo b. Fotosíntesis nivel microscópico

Con respecto a la actividad cuatro (ver imagen 22) en la que tenían que modelar la combustión del gas L.P., considero que el cambio principal con respecto a lo expresado en los modelos elaborados en la actividad dos fue que en el modelo a nivel de partículas de la combustión del gas L.P. se modificó la representación de especies químicas, y la alumna optó por representar a cada elemento de forma individual. Sin embargo, aunque se modelaron de forma individual los elementos

participantes en la reacción de combustión, resulta importante mencionar que no se establecieron relaciones entre dichas partículas.

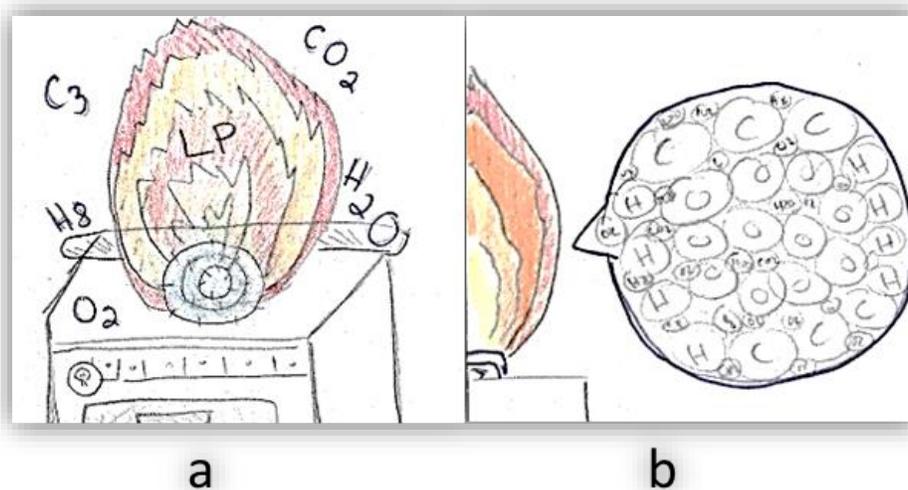


Figura 22. Modelos de la actividad 4 del ejercicio 8 de la UD.

Modelo a. Combustión nivel macroscópico

Modelo b. Combustión nivel microscópico

En conclusión, tomando como base las valoraciones hechas por Bello (2004) acerca de que para que el cambio conceptual ocurra existe un *periodo de acomodación*, en el cual los nuevos conceptos o la nueva información compiten entre sí generando avances y retrocesos frecuentes, a la vez que pueden presentarse periodos de indecisión sobre qué información utilizar. De tal manera, observando la variación de los modelos analizados, considero que en la expresión simbólica del cambio así como el manejo de los distintos niveles de organización de la materia para modelar un cambio químico si hay presencia de modificación en el modo en el que concibe dichos aspectos curriculares. Al mismo tiempo aún se presentan retrocesos y/o confusión en la alumna 15 con respecto al modelado a nivel de partículas de las moléculas presentes en una reacción química, dado que si bien en el modelo microscópico de la actividad cuatro del ejercicio ocho separó las partículas del oxígeno gaseoso y las de la glucosa, no lo hizo con las partículas de las moléculas de agua y dióxido de carbono.

Esta situación de “adaptación metodológica” en la que la alumna presentó retroceso en modelar las sustancias como especies químicas y no como elementos, de acuerdo a Alvarado Rodríguez (2007) se debe a que el cambio conceptual no

ocurre al margen de un cambio metodológico, ya que también se aprende un proceso nuevo que permite al individuo construir una concepción más inteligible, plausible y fructífera para la realidad a la que se enfrenta. De tal manera, podemos afirmar que de acuerdo a las características analizadas previamente en los modelos elaborados por la alumna en cuestión, existen indicios de cambio conceptual en la utilización y manejo de algunos conceptos tales como la movilidad entre niveles de organización de la materia y la expresión simbólica del cambio químico, aunque para el caso de la representación de moléculas a nivel de partículas aún se encontraba en vías de lograr dicho cambio conceptual debido a la permanencia en el uso de las especies químicas para modelar las moléculas.

Recordemos, que tal y como menciona Bello (2004, pág. 66), el cambio conceptual es un proceso largo, complejo y no lineal, que implican avances, regresiones, titubeos y se encuentra fuertemente determinado por cuestiones emocionales y sociales, situación por la cual no se espera que ocurra en un sólo año lectivo o ciclo escolar. Debido a esto, considero que los indicios de cambio conceptual y asimilación de conceptos obtenidos con la aplicación de la UD diseñada para la investigación, nos dan la pauta para que en un momento posterior se hagan adecuaciones a la UD tomando en consideración no solo las dificultades inherentes a la asignatura y al tema en estudio, sino también las dificultades identificadas a lo largo de la investigación con la finalidad de generar una UD que proporcione estrategias que promuevan el cambio conceptual a través del uso de modelos para los contenidos curriculares relacionados al cambio químico.

4.5 COMENTARIOS DE LA ENTREVISTA REALIZADA AL DOCENTE APLICADOR DEL GRUPO ANALIZADO

Si bien la entrevista se llevó a cabo con los dos docentes que participaron en la investigación, en el presente apartado se harán comentarios únicamente de la entrevista realizada a la docente de la escuela privada dado que los resultados que conforman el análisis presentado con anterioridad fue de sus alumnos.

En primer lugar, consideramos relevante mencionar que tal y como mencionó la docente entrevistada, se pudo apreciar que cuando se aplicó la UD las actividades de modelaje no parecían del todo ajenas al aplicador de la misma, ya que si bien no

todas las actividades consideradas se encontraban en el bagaje de estrategias didácticas conocidas o aplicadas por la docente del grupo de investigación, fue notoria cierta familiaridad con el uso de modelos para la explicación de fenómenos, lo cual probablemente se deba a que el perfil de egreso de la docente sea universitario y no normalista. Esta consideración la hago partiendo de la experiencia propia de haber trabajado tanto con docentes de formación normalista como con docentes de formación universitaria, siendo estos últimos los más habituados a trabajar con estrategias de modelado.

Ahora bien, haciendo referencia a las consideraciones hechas por la docente acerca del trabajo sus alumnos, podemos considerar que el trabajo desempeñado por éstos en la resolución de las actividades de la UD fue fructífero y positivo, ya que tal y como mencionó la docente entrevistada, sus alumnos se mostraron muy interesados y motivados en llevar a cabo las actividades debido a que se sentían partícipes en ellas. De tal manera, consideramos que esto se debió al diseño de la UD, el cual de acuerdo a lo expresado por la entrevistada, presentó una secuenciación (consecución según lo enunciado en la entrevista) pertinente, lo cual desde mi punto de vista no sólo favoreció el desarrollo de las clases, sino que también les permitió ir asimilando de forma paulatina los contenidos y aprendizajes esperados tomados en consideración en el diseño de la UD, a pesar de que en algunas de las actividades tuviesen que redactar sus respuestas y algunos de los alumnos no estuviesen acostumbrados a hacerlo.

Para finalizar, considero pertinente señalar que la docente mencionó la importancia que los alumnos le dieron al uso de modelos para comprender mejor las “cosas”, o en este caso los fenómenos químicos, que no son perceptibles a detalle utilizando la vista, lo cual había sido mencionando con anterioridad, ya que tal y como los alumnos mencionaron en su momento, los modelos les ayudaron con el hecho de tener que pensar cómo plasmar las cosas que no se pueden ver a simple vista, situación por la cual los modelos les ayudaron a la comprensión última de dichos fenómenos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES DE LA INVESTIGACIÓN

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las conclusiones a las que pudimos llegar a lo largo de la investigación son de distinta índole, ya que algunas de ellas harán referencia al modelaje, otras a la UD en sí misma, y en consecuencia, habrá conclusiones finales con respecto a todo el trabajo de investigación realizado.

Con respecto al modelaje de fenómenos y reacciones químicas, podemos concluir que:

- ✓ El modelaje de fenómenos en distintos niveles de organización de la materia permitió a los estudiantes ver su cotidianeidad desde un enfoque científico en el que confrontaron sus ideas previas a través de la discusión en equipo y de manera grupal, además de hacerlo individualmente mediante la incorporación paulatina de nueva información. Por ejemplo, en las actividades uno y dos del ejercicio seis (ver anexo dos y tres, UD del docente y del alumno respectivamente), los jóvenes tuvieron que poner en juego los conceptos que poseían, así como los que habían ido adquiriendo en las actividades previas, para identificar las diferencias entre fenómenos físicos y químicos. Por otra parte, en la actividad tres de dicho ejercicio los alumnos debían elegir y modelar tanto un fenómeno físico como uno químico, actividad en la cual prácticamente la totalidad de los alumnos eligió de forma adecuada el fenómeno a modelar, aunque se presentó una variedad amplia de características analizables en los modelos generados. Finalizando dicho ejercicio, en la actividad cuatro, los alumnos debían dar una explicación a nivel de partículas diferenciando las características del cambio físico con las del cambio químico.
- ✓ Según los resultados analizados, al momento de argumentar los modelos de fenómenos químicos que realizaron, los alumnos utilizan de forma recurrente los conceptos de *sustancia* y *elemento*. Lo anterior puede apreciarse en las respuestas proporcionadas por los alumnos en la actividad cinco del ejercicio seis, donde tuvieron que definir qué es un fenómeno físico y qué es un fenómeno químico (para mayor detalle ver el anexo 6.6).
- ✓ A pesar de representar uniones y relaciones entre sustancias, existió poca o nula presencia del término *enlace químico* en las explicaciones y modelos que los estudiantes realizaron. Únicamente el alumno 14 en los ejercicios 2, 6 y 8, así como los alumnos 1 y 12 en el ejercicio 8, presentaron indicios de enlaces químicos en las partículas que modelaron. De igual manera, el equipo 1 presentó un modelo con indicios de enlace químico en el ejercicio 5, así como el equipo 3 que modeló enlaces químicos como tales

en los ejercicios 3 (de forma gráfica) y 5 (manipulando materiales). Para el caso de la argumentación utilizando el término enlace químico, los alumnos 2, 5, 7, 10, 12, 14 y 15 definen el cambio químico usando indicios o nociones de que existe unión entre átomos pero no utilizan el término enlace químico como tal (anexo 6.6). Únicamente el equipo 3 en el ejercicio 5 al argumentar el modelo que elaboraron utilizando los materiales que se les proporcionó usó el término al mencionar... *“usamos los popotes para los enlaces entre elementos”* (ver anexo 7.4).

- ✓ Los alumnos pudieron identificar distintos beneficios en el modelaje de fenómenos, siendo los más sobresalientes el hecho de que los modelos nos ayudan a comprender nuestro entorno, además que nos permiten “visualizar” las cosas que no podemos ver a simple vista. (Véase la tabla 12 con las categorías establecidas para los beneficios del modelaje en el estudio del cambio químico).
- ✓ El uso de modelos mixtos, utilizando tanto la representación macroscópica, microscópica y simbólica al mismo tiempo, fue utilizado frecuentemente por los jóvenes de forma individual en sus modelos para representar distintos fenómenos naturales, ya fueran físicos o químicos, tanto en el ejercicio seis como en el ejercicio ocho. Así como por el equipo dos en el ejercicio cinco. Esta situación nos permite afirmar que existió una maduración de sus ideas con respecto a los distintos niveles de organización de la materia, ya que de manera recurrente transitaban en al menos dos formas de representación.
- ✓ La incorporación paulatina de contenidos temáticos, a través del modelaje, permitió a los estudiantes ir modificando las concepciones alternativas que poseían acerca del cambio químico. Esta situación se analizó con anterioridad en el caso de los modelos realizados por la alumna 15, lo cual es más notorio al comparar los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica previa y final, ya que pasó de un solo acierto en la aplicación previa, a tener los cuatro reactivos correctos en la evaluación diagnóstica final. (Véase anexo 6.2).
- ✓ La dificultad de aprendizaje más palpable en los estudiantes fue que conciben a la materia como un sistema continuo, especialmente cuando tenían que representar las partículas de un fenómeno, y terminaban representando especies químicas (moléculas, sustancias). (Véase la figura 7, la tabla 11, y los anexos 6.5 y 6.7 para mayor detalle al respecto).

Ahora bien, al referirnos a la unidad didáctica elaborada para la investigación, concluimos que:

- ✓ El diseño y elaboración de unidades didácticas que incorporen de forma integral distintos objetivos de la enseñanza química, es una tarea ardua y demandante, en la que el docente debe poner en juego no solo su bagaje cognitivo-disciplinar, sino también la experiencia propia en cuánto al contexto y entorno social en el que trabaja para poder elegir situaciones que resulten próximas a sus estudiantes.
- ✓ Considerando los resultados de las pruebas diagnósticas previa y posterior, así como el análisis de las actividades evaluadas, podemos afirmar que los ejercicios y actividades planteadas en la UD favorecieron la modificación paulatina y consistente de sus estructuras cognitivas, al ir las complejizando con nuevos datos acerca del cambio químico.
- ✓ Tomando como base los resultados arrojados con referencia a la modificación de ideas previas o alternativas de los estudiantes en pro de acercarlos a lo aceptado por la comunidad científica, considero que la UD que se aplicó como parte de la investigación fue pertinente ya que tomó en consideración tanto los aspectos curriculares y disciplinares inherentes al cambio químico para el diseño de las actividades y ejercicios.
- ✓ La participación activa de los docentes al cuestionar continuamente a los jóvenes fue determinante en que las actividades y ejercicios de la UD se llevarán a cabo de forma satisfactoria.

En consecuencia, y como parte resultado de las impresiones vertidas anteriormente, al finalizar la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- El trabajo con UD integradoras para los temas núcleo del programa de estudios la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química, son una alternativa válida y pertinente para alcanzar el cambio conceptual en los estudiantes.
- La UD integradora diseñada para el tema de reacción química ayudó a los estudiantes en la reestructuración gradual y consistente sus ideas previas, lo cual les permitió aproximarse poco a poco a las concepciones aceptadas por la comunidad científica.

- El modelaje gráfico y a través de la manipulación de materiales para el estudio de fenómenos químicos, ya sea de forma abstracta o experimental, como estrategia didáctica en la enseñanza de los contenidos relacionados al cambio químico, favorece el logro de los estudiantes en la consecución de los aprendizajes esperados considerados en el curriculum de nivel secundaria de la Educación Básica.
- El uso de modelos por parte de los alumnos, permite que los jóvenes puedan explicitar sus ideas de forma tal que no se sientan juzgados o con temor a equivocarse, además tal y como ellos mismos mencionaron, es una “forma visual” que les ayuda a comprender mejor aquellas cosas que no son perceptibles a simple vista. Como docente y formador, considero que el modelaje favorece los procesos de análisis por parte de los alumnos ya que funciona como un puente para que los alumnos medien la teoría (conocimiento científico) con la realidad.
- El modelaje de reacciones logró una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes, especialmente en la comprensión simbólica y a nivel de partículas acerca de cómo se lleva a cabo una reacción química.
- El diseño y secuenciación de actividades debe hacerse de forma tal que estas promuevan en los jóvenes no solo el análisis de la información que se les está presentando, sino que deben generar un conflicto cognitivo que resulte demandante para el alumno de forma tal que le permita romper sus propios esquemas cognitivos en *pro* de ir conjuntando estructuras conceptuales previas y nuevas para brindar explicaciones a distintas situaciones.

5.2 REFLEXIONES ACERCA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Después de presentar todas las consideraciones con respecto a los fundamentos teóricos y metodológicos que me permitieron obtener los resultados que han sido presentados y analizados, considero pertinente dar mi opinión acerca de lo que significó para mi llevar a cabo todo el trabajo de investigación.

En primer lugar, quiero mencionar que adentrarme en el tema de *cambio conceptual* fue un reto mayúsculo, ya que a pesar de venir de una familia de docentes comprometidos con sus alumnos y con la educación en sí misma, así como de llevar casi una década desempeñándome como docente, no había escuchado previamente dicho concepto. Debido a esto, en los primeros

acercamientos bibliográficos que hice, la información me parecía compleja no solo en cuanto a la comprensión de los fundamentos y referentes teóricos, sino también en cuanto a la manera de poder dilucidar el “cómo diseñar actividades pertinentes” que me permitieran lograr el cometido que todo docente de química anhela, la comprensión del cambio químico. Así bien, mientras me fui empapando con la información relacionada al cambio conceptual, me di cuenta que de cierta manera en mi quehacer docente había venido buscando el cambio conceptual en mis estudiantes, y que satisfactoriamente lo había conseguido con algunos de mis estudiantes.

Algo que me parece preocupante, es que el término como tal es prácticamente desconocido por los docentes y directivos de nivel secundaria, ya que cuando he tenido oportunidad de platicar con otros colegas al respecto, muestran sorpresa y duda al escuchar “*cambio conceptual*” como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje. Independientemente de cuestiones burocráticas e institucionales, creo fervientemente que el desconocimiento generalizado de términos relacionados a didáctica, pedagogía y aprendizaje, se debe a que la mayoría de docentes navegamos en nuestra zona de confort, esperando realizar nuestra labor como mejor creemos, sin tomar en consideración muchísimos aspectos y deficiencias inherentes a nuestro papel como educadores.

Por otra parte, aunado a la comprensión del cambio conceptual, el reto más fuerte al que me enfrente durante la planeación del trabajo de investigación, fue precisamente el diseño de la unidad didáctica. Si bien normalmente secuenciaba mis temas de enseñanza, debo reconocer que desconocía por completo todo lo que involucra la planeación y diseño de unidades didácticas, situación por la cual tuve que informarme de manera amplia al respecto, y a pesar de ello poder diseñar la secuencia fue un trabajo arduo y sumamente demandante a nivel cognitivo, así como en la redacción y tiempo para poder diseñar de la mejor manera posible tanto las actividades como el orden en que serían acomodados los ejercicios. Considero que el hecho de haber diseñado la unidad didáctica fue probablemente la etapa más enriquecedora de todo el proceso previo a la aplicación de la misma, ya que para poder diseñarla tuve que hacer una búsqueda y consulta exhaustiva principalmente en cuanto al cambio conceptual, el uso de modelos, y lógicamente el diseño de unidades didácticas.

Con respecto a la aplicación de la UD, tengo que decir que el hecho de haber estado como investigador-observador y no como investigador-participante fue una experiencia interesante en cuanto al hecho de poder ver y saber cómo el docente aplicador iba empleando la UD, además de ir conociendo en tiempo real su opinión respecto a cada uno de los

cuestionamientos y actividades planteadas. Además, la realización de una bitácora de observaciones resultó ser una actividad revitalizante al ver desde fuera como los alumnos y el docente se mostraban motivados a pesar de salir de su zona de confort. Debo reconocer que una de las cosas de las que me percate al hacer las observaciones, fue que en algunas de las actividades la redacción de los cuestionamientos a los alumnos resultaba difícil de entender por distintas causas. En algunas actividades los alumnos mostraban confusión con el lenguaje utilizado y recurrían al docente para que les explicará algún concepto, mientras que en otras la cantidad de preguntas terminaba por confundirlos en cuanto a la finalidad principal de las preguntas. Esto me marca la pauta acerca de lo que debo mejorar en el diseño de UD, no solo con fines de investigación, sino en especial en las UD que diseñe para trabajar mi asignatura.

Para concluir mis reflexiones, debo mencionar que la elaboración de categorías para el análisis de las respuestas proporcionadas por lo jóvenes fue una experiencia enriquecedora, ya que considero que poder discernir y buscar diferencias sutiles en las respuestas de los alumnos, algo que no había hecho previamente, fue una actividad compleja pero ilustrativa en cuanto a la forma en cómo podemos llevar a cabo la exploración de las ideas previas de los estudiantes con los cuales trabajamos.

ANEXOS

ANEXO UNO

FORMATO DE EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PREVIA Y POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

ESCUELA:

NOMBRE:

1.- ¿Qué le ocurre a las sustancias durante un cambio químico?

a) Se modifica la estructura interna de las sustancias, transformándose en sustancias diferentes.

b) Cambian su estado de agregación, pero siguen teniendo la misma composición.

c) Al unirse con otras sustancias diferentes forman una mezcla, pero conservan sus propiedades originales.

2.- ¿Cuáles de las siguientes imágenes representan un cambio químico de la materia?



1



2



3

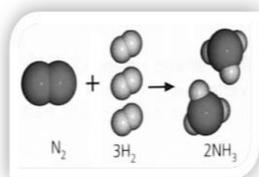
a) La uno y la tres

b) La tres

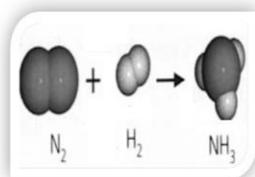
c) La uno y la dos

d) La dos

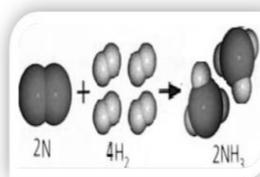
3.- ¿Cuál de los siguientes ejemplos de reacción química cumple con la Ley de la Conservación?



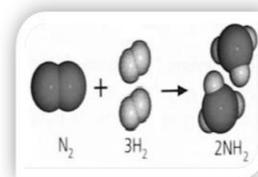
1



2



3



4

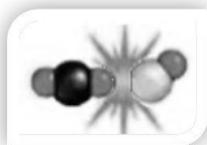
a) La dos

b) La tres

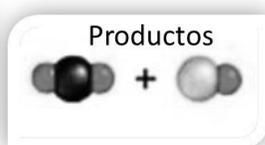
c) La uno

d) La cuatro

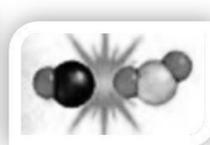
4.- ¿Cuál sería el orden adecuado en el que dos sustancias se unen para llevar a cabo una reacción química?



1



2



3



4



5

a) 4, 1, 3, 5, 2

b) 2, 3, 5, 1, 4

c) 4, 3, 5, 1, 2

d) 4, 5, 1, 3, 2

Gracias por tu colaboración.

ANEXO DOS

UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL DOCENTE

ANEXO 2. UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL CAMBIO CONCEPTUAL EN CONTENIDOS RELACIONADOS AL TEMA 'REACCIÓN QUÍMICA' A TRAVÉS DEL MODELAJE

Programa: Educación Básica. Plan 2011.

Asignatura: Ciencias Tres con énfasis en Química.

Bloque: 3 La transformación de los materiales: la Reacción Química.

Tema: 3.1 Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la Química.

Subtema: 3.1.1 Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).

Competencias a desarrollar.

- ✚ Comprensión de fenómenos naturales desde la perspectiva científica.
- ✚ Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

Aprendizajes esperados del programa de Ciencias 3 con énfasis en Química del Plan de Estudios 2011 presentes en la UD diseñada.

- ⊕ Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color, etc.).
- ⊕ Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- ⊕ Representa el cambio químico mediante una reacción e interpreta la información que contiene.
- ⊕ Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de la Conservación de la masa. (aprendizaje esperado del tema cinco del primer bloque, la primera revolución de la Química).

Aprendizajes esperados acerca de la aplicación de la UD.

- ⊕ Modela fenómenos naturales para comprender los procesos por los cuales se llevan a cabo.
- ⊕ Utiliza los modelos para explicar su punto de vista acerca de distintos fenómenos químicos.
- ⊕ Modifica sus modelos aproximándose a la postura aceptada por la comunidad científica.

Objetivos Generales de la Secuencia Didáctica.

- ⇒ Que el alumno identifique algunas de las características principales de las reacciones químicas, tales como el cambio de color en las sustancias, la liberación de gases en la efervescencia, la formación de precipitados, la absorción o liberación de calor, etc.
- ⇒ Que el alumno identifique reacciones químicas presentes en su vida cotidiana y en su entorno.
- ⇒ Que el alumno comprenda el papel que cumplen los reactivos químicos en la formación de nuevas sustancias.
- ⇒ Que el alumno reflexione sobre la importancia de los sistemas cerrados para comprobar la Ley de la Conservación de la Masa.
- ⇒ Que el alumno sea capaz de expresar correctamente la formación de nuevas sustancias a través de ecuaciones químicas.

Tiempo estimado de aplicación.

- Dos semanas, para un total de 10 sesiones de trabajo frente a grupo, divididas en dos secuencias de trabajo con los estudiantes.
- La secuencia didáctica estará comprendida por dos etapas de trabajo, en las que los alumnos trabajarán de forma individual y en equipos para resolver distintas actividades programadas para 45 minutos, las sesiones son de 50 minutos, a través de las cuales irán modelando distintos fenómenos químicos. Las actividades están enfocadas a favorecer la comprensión de las características físicas y químicas de las reacciones químicas, así como la diferencia en el estudio de éstas desde las perspectivas macroscópica y microscópica. De igual manera, se les pedirá que elaboren explicaciones y desarrollen modelos de algunos fenómenos químicos cotidianos.
- Aunado su vez, la segunda etapa se centrará en la representación y resolución modelada y simbólica de ecuaciones químicas, para lo cual los estudiantes trabajarán con distintas reacciones químicas presentes en su vida cotidiana. De igual manera, al final se buscará la concreción de contenidos en los estudiantes a través de la resolución de ecuaciones de forma abstracta.

**SESIÓN 01-02
TRABAJO EN EQUIPO**

EJERCICIO 1: LA CAJA NEGRA

NOMBRES

INSTRUCCIONES: Lean con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anoten sus respuestas en los espacios en blanco. Tomen en cuenta todas las opiniones del equipo para explicar lo que se les solicita. Respeten el tiempo indicado de cada actividad para completar los 45 minutos de la sesión.

PENSANDO ACERCA DE NUESTRO ENTORNO:

- 1) Trabajando en equipo, de cinco a seis integrantes, intenten deducir que hay en el interior de la *caja negra* que el profesor les dio. Pueden interactuar de cualquier forma (moverla, girarla, agitarla, etc.) con ella, siempre y cuando no intenten abrirla para ver su contenido. Tomando en cuenta la opinión de todos los integrantes, hagan todas las anotaciones que consideren necesarias para intentar saber qué hay en el interior de la caja, realicen un listado de cuántos y qué objetos consideran se encuentran dentro de ella. Tiempo para la actividad: 15 minutos.

Listado del Contenido de la Caja Negra

Nota: El docente debe proporcionar a cada equipo una *caja negra* con los mismos objetos en su interior (esto con la finalidad de optimizar los tiempos de trabajo).

REPRESENTANDO (O MODELANDO) LO QUE PENSAMOS DEL MUNDO:

- 2) Tomando en cuenta la opinión de todos los integrantes del equipo acerca de lo que hay en el interior de la *caja negra*, dibujen la *caja negra* y los objetos que piensan tiene en su interior. Hagan todas las descripciones que consideren útiles para la comprensión de la representación que hagan de la *caja negra*. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo del Interior de la Caja Negra

Nota: El docente no debe inducir aún a los alumnos a modificar sus ideas, sino más bien, apoyarlos a que sus ideas sean claras y precisas respecto al contenido de la *caja negra*.

EXPLICANDO NUESTRO PUNTO DE VISTA:

- 3) Expliquen al grupo su opinión acerca de los objetos que están en el interior de la *caja negra*, partiendo de la siguiente pregunta: ¿En qué se basaron para llegar a las conclusiones que elaboraron? Elaboren un escrito breve en el que plasmen las ideas en las que se basaron para elaborar su modelo. Cuando cada equipo explique su modelo, anoten los aspectos diferentes al modelo que hicieron ustedes. Tiempo para la actividad: 20 minutos, 10 para redactar y 10 para socializar.

Nota: Estar atento a la redacción de las explicaciones de los alumnos, hacer hincapié en la importancia de la correcta relación de ideas para exponer de forma clara su punto de vista acerca de cómo obtuvieron sus conclusiones del contenido de la *caja negra*.

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes al uso de representaciones o modelos de su entorno.
- ⇒ Guiar a los estudiantes al establecimiento de explicaciones para la comprensión del mundo que los rodea.
- ⇒ Guiar a los estudiantes al análisis crítico de hechos y/o fenómenos para la reestructuración de sus explicaciones.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los alumnos identifiquen las limitaciones que tienen los sentidos para comprender ciertos fenómenos.
- ⇒ Que los alumnos comprendan el papel que cumplen los modelos como herramienta análoga para la representación y comprensión de fenómenos naturales.
- ⇒ Que los estudiantes representen hechos y fenómenos naturales mediante modelos.

**SESIÓN 03
TRABAJO INDIVIDUAL**

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes para que establezcan explicaciones acerca de lo que ocurre a nivel macro y microscópico en reacciones químicas presentes en fenómenos químicos cotidianos.
- ⇒ Guiar a los estudiantes en el desarrollo de modelos que representen las características de los fenómenos químicos estudiados.
- ⇒ Guiar a los estudiantes hacia el establecimiento de "generalidades" acerca de las reacciones químicas, a partir del análisis de modelos.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los alumnos identifiquen algunas características de las reacciones químicas en fenómenos cotidianos.
- ⇒ Que los estudiantes representen la interacción de sustancias en una reacción.
- ⇒ Que los alumnos consideren las variaciones en la masa de las sustancias como resultado de los procesos químicos.

EJERCICIO 2: LOS CLAVOS OXIDADOS

NOMBRES _____

A partir de este ejercicio trabajaremos el tema de *Reacción Química*, iniciaremos con el estudio un fenómeno químico que ustedes conocen, la *corrosión de los metales*, e iremos trabajando con otros ejemplos de reacciones químicas en las actividades siguientes.

INSTRUCCIONES: Lee con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anota tus respuestas en los espacios en blanco, tienes 45 minutos para terminar todo el ejercicio.

UTILICEMOS LOS SENTIDOS Y PENSEMOS:

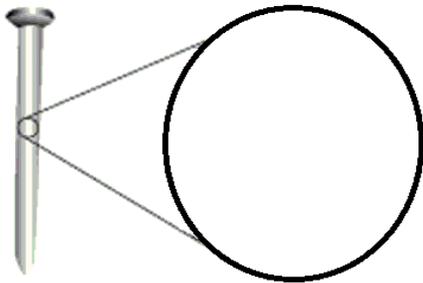
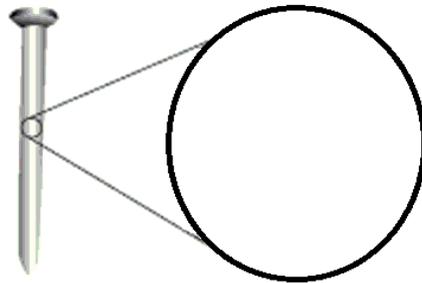
- 1) Observa con cuidado los clavos que tienes y compara las características de cada uno de ellos. Elabora un listado de tus observaciones y escribe una explicación apoyándote de las siguientes preguntas: ¿qué diferencias observas entre el clavo nuevo y el oxidado?, ¿a qué crees que se deban estas diferencias?, ¿qué le sucedió al metal del clavo al oxidarse? Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Observaciones	Explicación

Nota: El docente proporcionará a cada equipo un clavo nuevo en buen estado, y otro con muestras claras de oxidación (esto con la finalidad de optimizar los tiempos de trabajo).

MODELANDO LO QUE "SE VE" Y LO QUE "NO SE VE":

- 2) Elabora un modelo en dos dimensiones que represente tu explicación acerca de las características de ambos clavos, piensa en lo siguiente: ¿cómo serían las partículas del clavo oxidado respecto a las del clavo nuevo? ¿por qué?, ¿qué le ocurrió a sus partículas al oxidarse?, ¿cómo estaban las moléculas del clavo antes de oxidarse? Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Clavo Nuevo	Clavo Oxidado
	

Nota: Es necesario insistir a los estudiantes que deben explicar detalladamente lo que piensan respecto a cómo están las partículas de cada uno de los clavos en cuestión.

¿PODEMOS MEDIR LOS CAMBIOS?:

- 3) Al hablar de la oxidación de los metales, un hecho primordial es el incremento de la masa del cuerpo metálico por la acción del oxígeno sobre las partículas metálicas del clavo. ¿Tu modelo te permite explicar el incremento de la masa del clavo al oxidarse? ¿por qué? Explica tu respuesta. Tiempo para responder: cinco minutos.

- 4) Si en el modelo que ya habías hecho no tomaste en consideración la participación del oxígeno en la oxidación del clavo, así como el incremento en la masa del clavo, elabora un modelo nuevo con el que si puedes hacerlo, recuerda que tu modelo debe explicar lo que ocurre a nivel de partículas. Explica por qué con este nuevo modelo si puedes hacerlo. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Recomendaciones:

- ✓ Preste atención continua al trabajo de cada equipo para apoyarlos cuando detecte que se estén desviando de los objetivos planteados para la actividad.
- ✓ Ser cuidadoso en el apoyo a los alumnos para que lleguen a establecer ideas principales referentes al fenómeno estudiado.

Nuevo modelo del Clavo Oxidado considerando el incremento en la masa

Nota: Observar que el modelo nuevo explique el incremento de la masa a nivel microscópico. En caso que no sea así orientar a los alumnos.

SOCIALICEMOS NUESTRAS OPINIONES:

- 5) Comparte tu modelo y explicación con otros compañeros, di *en qué te basaste* para elaborar tu modelo y explicación de la oxidación del clavo. Anota las similitudes y diferencias de tu modelo con los de tus compañeros y redacta algunas ideas principales al respecto. Tiempo para la actividad: 15 minutos en total, siete minutos para la socialización y ocho para la discusión en equipo.

Tiempo destinado:

- ✓ Una sesión.

Similitudes	Diferencias
Ideas Principales	

Nota: Recordar a los alumnos que se centren en la identificación de características afines y disímiles a su modelo en las explicaciones de sus compañeros. Poner especial atención al tiempo de socialización.

SESIÓN 04
TRABAJO EN EQUIPO

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes para que establezcan explicaciones acerca de reacciones químicas presentes en fenómenos cotidianos.
- ⇒ Guiar a los estudiantes en el desarrollo de modelos de fenómenos químicos.
- ⇒ Guiar a los estudiantes al establecimiento de similitudes entre distintos fenómenos químicos.
- ⇒ Guiar a los estudiantes al desarrollo de un "modelo general" del cambio químico, a partir del análisis de distintos fenómenos químicos.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los estudiantes representen en dos dimensiones la interacción de sustancias en una reacción.
- ⇒ Que los alumnos comprendan el papel que tiene un sistema cerrado y/o abierto al ocurrir una reacción química.
- ⇒ Que los alumnos establezcan similitudes entre las características de distintos fenómenos químicos.

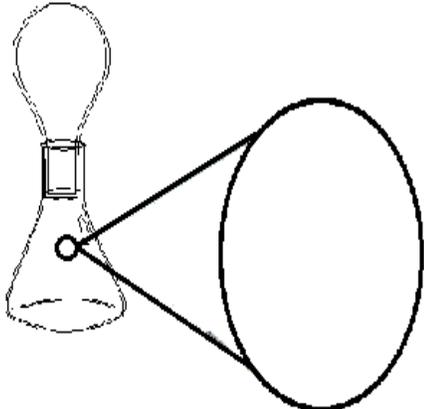
EJERCICIO 3: PASTILLA EFERVESCENTE

NOMBRES _____

INSTRUCCIONES: Lean con cuidado cada actividad párrafos y anoten sus respuestas en los espacios correspondientes, tienen 45 minutos para terminar todo el ejercicio. Tomen en cuenta todas las opiniones del equipo para elaborar un modelo en dos dimensiones que les permita explicar lo que se les solicita.

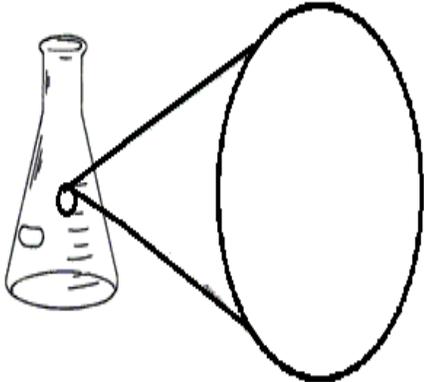
PENSANDO EN BURBUJAS:

- 1) Observen con cuidado el fenómeno que producirá su profesor. Hagan un modelo en dos dimensiones para representar lo que sucedió a nivel de partículas en el fenómeno observado y redacten su explicación al respecto. Pueden apoyarse de las siguientes preguntas: ¿Qué le ocurre a las moléculas de la pastilla efervescente al entrar en contacto con el agua? ¿seguirán siendo las mismas después de que ocurrió la efervescencia? ¿por qué? ¿de dónde surgen las burbujas presentes en la botella? Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo de la Botella burbujeante	Explicación
	

Nota: El docente llevará a cabo una reacción química de efervescencia en sistema cerrado frente al grupo-clase con la finalidad de optimizar los tiempos de trabajo, llevará a cabo la medición de la masa antes y después del fenómeno para que los alumnos tengan un punto de partida respecto a la masa.

- 2) Usen su modelo para explicar cómo y por qué cambiaría la masa si quitamos el globo. Expliquen su respuesta de forma clara. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

Modelo de la Botella sin globo	Explicación
	

Nota: El docente debe estar pendiente de que los alumnos diferencien entre un sistema abierto y cerrado al hacer la consideración en la variación de la masa.

Recomendaciones:

- ✓ Preste atención continua al trabajo de cada equipo para apoyarlos cuando detecte que se estén desviando de los objetivos planteados para la actividad.
- ✓ Ser cuidadoso en el apoyo a los alumnos para que lleguen a establecer ideas principales referentes al fenómeno estudiado.
- ✓ Dar seguimiento especial al análisis que hace cada equipo a las preguntas de apoyo planteadas en la actividad.

Tiempo destinado:

- ✓ Una sesión.

¿DOS MODELOS A LA VEZ?:

- 3) Revisen el modelo que hicieron del clavo oxidado en la sesión anterior y compárenlo con los que acaban de realizar, ¿encuentran similitudes entre ellos?, ¿a qué creen que se deba? Elaboren un modelo en el que consideren tanto las características del modelo del clavo como las del modelo de la efervescencia. Hagan un listado de las similitudes que encontraron entre ambos modelos y que representaron en el nuevo modelo. Tiempo para la actividad: 20 minutos.

Nuevo modelo "doble"	Encontrando similitudes

Nota: Verificar que los estudiantes consideren las características de ambos modelos para la elaboración de uno nuevo.

COMPARTIENDO CONCLUSIONES.

- 4) Compartan las similitudes que encontraron entre los dos fenómenos químicos estudiados y digan una conclusión breve al respecto. Pongan atención a la explicación de cada equipo y hagan las anotaciones que consideren importantes acerca de las similitudes que ustedes no identificaron. Tiempo para la actividad: 10 minutos en total, 5 minutos para la socialización y 5 para la discusión en equipo.

Anotaciones

Nota: El docente debe hacer mención continuamente a que los estudiantes se centren en la identificación de aquellas características que no consideraron de la explicación de cada equipo. Poner especial atención al tiempo de socialización.

**SESIÓN 05
TRABAJO EN EQUIPO**

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes para poder explicar reacciones químicas presentes en fenómenos llevados a cabo en el laboratorio escolar.
- ⇒ Guiar a los estudiantes a la comprensión del rol de los reactivos químicos en una reacción.
- ⇒ Guiar a los estudiantes a la identificación de algunos factores que intervienen en las reacciones químicas.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los alumnos caractericen reacciones químicas presentes en diversos fenómenos.
- ⇒ Que los estudiantes modelen la interacción de sustancias en una reacción química.
- ⇒ Que los alumnos comprendan la importancia de las características de los reactivos en la formación de nuevas sustancias.
- ⇒ Que los alumnos comprendan el papel de la temperatura en la solubilidad y la velocidad de una reacción.

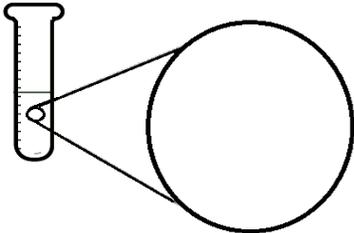
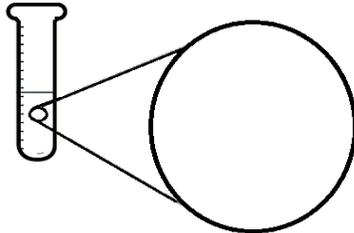
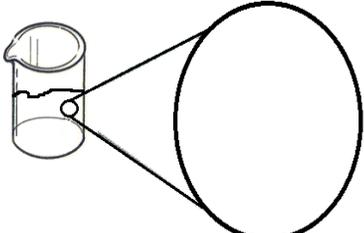
EJERCICIO 4: PRECIPITANDO SUSTANCIAS

NOMBRES _____

INSTRUCCIONES: Lean con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anoten sus respuestas en los espacios en blanco, tienen 45 minutos para terminar la actividad.

POLVOS MÁGICOS:

- 1) En su mesa de laboratorio tienen material para trabajar; en uno de los tubos de ensayo tienen una disolución de yoduro de potasio [KI] y en el otro una disolución de nitrato de plomo II [Pb(NO₃)₂]. Unan ambas sustancias en el interior de un vaso de precipitados y pongan mucha atención a la reacción química que ocurre. Anoten sus observaciones y modelen lo ocurrido.
Tiempo de la actividad: 10 minutos.

Modelo del tubo con la disolución de KI	Modelo del tubo con la disolución de Pb(NO ₃) ₂
	
Modelo de la reacción química ocurrida en el vaso de precipitados	Observaciones
	

Nota: Cada equipo llevará a cabo la reacción química en su mesa de laboratorio, haciendo las anotaciones que considere oportunas acerca del fenómeno que están observando.

¿MODIFICANDO REACCIONES QUÍMICAS?:

- 2) Repetirán el experimento dos veces, primero después de unir las disoluciones de KI y de Pb(NO₃)₂, meterán uno de los tubos de ensayo en el que esté ocurriendo la reacción química en un vaso de precipitados en baño maría, mientras que el otro lo meterán en un vaso de precipitados con agua fría con hielos. Observen atentamente lo que ocurre en cada uno de los tubos y anoten las diferencias que identifiquen, expliquen cómo influye la temperatura en una reacción química. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

- 3) Compartan sus conclusiones con el grupo y anoten los puntos en común que tengan con otros equipos. Tiempo de la actividad: 10 minutos para socializar y hacer sus anotaciones.

Puntos en común con otros equipos

Nota: El docente debe hacer mención continuamente a que los estudiantes se centren en identificar la o las diferencias de la repetición de la actividad con respecto a la primera vez que se realizó. Poner especial atención al tiempo de socialización.

Recomendaciones:

- ✓ Poner especial atención al uso adecuado del instrumental de laboratorio, así como del manejo de las sustancias químicas durante y después de la realización de los experimentos.
- ✓ Recordar a los alumnos que tengan precaución en el manejo de las sustancias ya que algunas de ellas son tóxicas.
- ✓ Prestar atención continua al trabajo de cada equipo para apoyarlos cuando detecte que se estén desviando de los objetivos planteados para la actividad.
- ✓ Ser cuidadoso en el apoyo a los alumnos para que ellos esclarezcan sus ideas referentes al fenómeno estudiado.
- ✓ Dar seguimiento especial al análisis que hace cada equipo a las preguntas de apoyo planteadas en la actividad.

Tiempo destinado:

- ✓ Una sesión.

¡¡EL QUÉ, CÓMO Y CUÁNDO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS!!:

- 4) Recordando todos los modelos que han hecho de las reacciones químicas estudiadas, así como las características que han observado de cada una de ellas, expliquen cómo ocurre una reacción química en términos macroscópicos. ¿Qué aspectos característicos nos pueden ayudar a identificar si está ocurriendo un cambio químico en la materia? Expliquen de forma clara sus ideas. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

- 5) Durante las reacciones químicas los cambios visibles que podemos observar son consecuencia de lo ocurrido a las partículas de las sustancias participantes, entonces ¿qué le ocurre a las partículas de las sustancias presentes en una reacción química? ¿por qué lo piensan así? Expliquen su respuesta detalladamente. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

**SESIÓN 06
TRABAJO EN EQUIPO**

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes a la elaboración de modelos a través de la manipulación de materiales.
- ⇒ Guiar a los estudiantes a la elaboración de modelos a través de la manipulación de materiales.
- ⇒ Guiar a los estudiantes a la comprensión de la transformación de la materia modelando ecuaciones químicas.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los alumnos comprendan a través de la manipulación de materiales la forma en que se comportan las sustancias al reaccionar.
- ⇒ Que los alumnos argumenten sus modelos utilizando distintos conceptos.

Recomendaciones:

- ✓ Dar seguimiento especial a que elaboren sus modelos a nivel de partículas.
- ✓ Recordarles a los alumnos que deben argumentar sus explicaciones.
- ✓ Coordinar la observación de modelos y las preguntas entre equipos.
- ✓ Aclarar los errores conceptuales presentes en las explicaciones de los equipos.

Tiempo destinado:

- ✓ Una sesión.

EJERCICIO 5: MANIPULANDO REACCIONES

NOMBRES

INSTRUCCIONES: realicen cada una de las siguientes actividades, en total tienen 45 minutos para terminar la actividad.

¿PODEMOS AGARRAR LO QUE NO VEMOS?

- 1) En las sesiones anteriores han venido haciendo una de las tareas más comunes en el mundo de la ciencia, hacer modelos para explicar lo que pensamos acerca de la Naturaleza, pero aún les hace falta una parte muy importante del modelado de fenómenos: *la manipulación de modelos materiales*. Los modelos materiales pueden hacerse con distintos objetos y nos brindan la posibilidad de expresar y representar con mayor detalle nuestra forma de pensar. Usen los materiales que el profesor les proporcionará para modelar la reacción química de precipitación que trabajaron en la sesión anterior: al unir yoduro de potasio [KI] y con nitrato de plomo [Pb(NO₃)₂], obtendremos yoduro de plomo II [PbI₂] y nitrato de potasio[KNO₃]. Tiempo para decidir cómo hacer su modelo y modelarlo: 25 minutos.

¡REFLEXIONEMOS EN CONJUNTO!:

- 2) Expliquen al grupo por qué eligieron los materiales que utilizaron en su modelo (limpiapipas, plastilina, bolitas de colores, palitos, etc.). Si existen dudas acerca de su modelo por parte del grupo, contesten de forma breve al respecto. Si consideran necesario que el docente los apoye solicítenselo. Identifiquen si hay diferencias entre su modelo y el de los demás equipos. Pueden hacer las anotaciones que consideren necesarias. Tiempo para la actividad: 15 minutos.
-
-
-
-
-

- 3) Escuchen los comentarios de su docente respecto a los ejercicios que han realizado a lo largo de la semana. Si gustan usen el espacio siguiente para hacer anotaciones al respecto. Tiempo de la actividad: cinco minutos.
-
-
-

Nota: Recapitular los aprendizajes esperados más importantes: la materia está formada por partículas; las partículas se reordenan al ocurrir un cambio químico, los átomos son los mismos pero "acomodados" de forma diferente; las propiedades de los reactivos son distintas a las de los productos debido al reordenamiento de la materia; los sistemas cerrados nos ayudan a comprobar la Ley de la Conservación; existen variaciones en la masa de las sustancias cuando ocurre un cambio químico; existen distintos indicadores físicos de que ha ocurrido un cambio químico; las variaciones térmicas modifican la velocidad del cambio químico.

**SESIÓN 07
TRABAJO INDIVIDUAL**

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes a la identificación de fenómenos químicos en su vida diaria.
- ⇒ Guiar a los estudiantes a la comprensión de fenómenos químicos presentes en su entorno.
- ⇒ Guiar a los estudiantes al establecimiento de un modelo que les permita explicar los fenómenos químicos presentes en su vida diaria.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los alumnos diferencien entre fenómenos físicos y químicos presentes en vida cotidiana según sus características.
- ⇒ Que los alumnos infieran la presencia de fenómenos químicos presentes en su vida diaria sin que estos sean mencionados como tales.
- ⇒ Que los estudiantes diferencien entre fenómenos físicos y químicos a partir del uso de modelos.
- ⇒ Que los estudiantes comprendan la diferencia entre fenómenos físico y químicos desde una perspectiva científica.

EJERCICIO 6: QUÍMICA EN LA "VIDA REAL"

NOMBRES _____

INSTRUCCIONES: Realiza cada una de las siguientes actividades, en total tienes 45 minutos para terminar la actividad.

¿VIVIMOS LA QUÍMICA?

- 1) Realiza la siguiente lectura y completa los espacios vacíos con las palabras que consideres adecuadas. Tiempo para la lectura y completar espacios: 15 minutos.

LA QUÍMICA NUESTRA DE CADA DÍA.

En cada una de las actividades que realizamos en nuestra vida diaria podemos encontrar distintos ejemplos de fenómenos físicos y químicos, entre los que podemos mencionar los siguientes:

- La fotosíntesis de las plantas,
- El encendido de una vela,
- Poner a hervir café,
- La formación de los diamantes,
- La combustión de gas LP en la estufa,
- Fundición industrial del hierro,
- Freír un huevo estrellado,
- La aparición de un arcoíris en el cielo,
- La corrosión de los metales,
- El eco producido por algunos sonidos,
- La fermentación del vino.

Por lo tanto, es importante que la formación científica escolar nos ayude a poder diferenciar entre ellos, y para eso es importante recordar que en los fenómenos químicos la estructura y composición interna de la _____ se _____, teniendo como resultado final la presencia de _____ nuevas. Es decir, tendremos la presencia de materiales que en un inicio no teníamos, pero que se _____ durante los cambios que le ocurrieron a las sustancias reactantes con las cuales comenzó dicho fenómeno químico. Así, durante el cambio químico se producen sustancias nuevas que tienen _____ diferentes, por ejemplo el óxido de hierro (o herrumbre) tiene una _____ y _____ diferente a la del hierro. Otra característica de las reacciones químicas, como en el caso de la efervescencia, es la _____ de gases; aunado a esto, también podemos mencionar la formación de precipitados, la liberación o absorción de calor, así como la generación de luminosidad, entre otras.

Como resultado del _____ de las partículas de las sustancias reactantes, la _____ de las sustancias sufrirá variaciones durante el cambio químico, lo cual puede corroborarse a través de la _____. Además, es importante considerar a la _____ como un factor que modifica la velocidad a la que se lleva a cabo una reacción química, debido a que varía la _____ de las sustancias reactantes.

- 2) Clasifica el listado de fenómenos presentes al inicio del texto anterior en fenómenos físicos o químicos según sea el caso. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

Fenómenos Físicos	Fenómenos Químicos
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____
4. _____	4. _____
5. _____	5. _____
6. _____	6. _____
7. _____	7. _____
8. _____	8. _____

Recomendaciones:

- ✓ Ser cuidadoso en el apoyo a los alumnos para que ellos esclarezcan sus ideas referentes al análisis que hacen del texto estudiado.
- ✓ Dar seguimiento especial a que elaboren sus modelos a nivel de partículas.
- ✓ Recordarles a los alumnos que deben argumentar sus explicaciones.

Tiempo destinado:

- ✓ Una sesión.

3) Elige un fenómeno de cada lista y modela lo que ocurre **con las partículas de las sustancias** en cada uno de los fenómenos en cuestión. Utiliza el espacio correspondiente para cada fenómeno. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo Fenómeno Físico	Modelo Fenómeno Químico

Nota: El docente debe orientar a los alumnos a modelar los fenómenos a nivel de partículas.

¡COTIDIANEIDAD AL DESCUBIERTO!:

4) ¿Qué diferencias existen entre los cambios que sufren las partículas de las sustancias en un fenómeno físico y uno químico? Explica y argumenta tu respuesta apoyándote de tus modelos. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

5) En síntesis, define brevemente cada tipo de fenómeno. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

Fenómeno Físico: _____

Fenómeno Químico: _____

**SESIÓN 08-09
TRABAJO EN EQUIPO**

EJERCICIO 7: REACCIONES SIMBOLIZADAS

NOMBRES _____

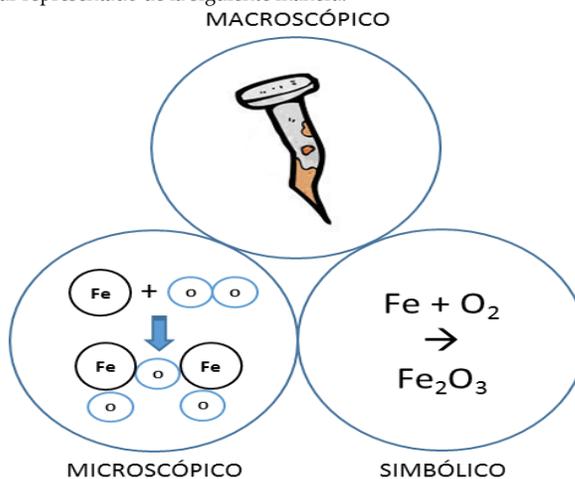
INSTRUCCIONES: Realicen las siguientes actividades en el tiempo indicado para cada una de ellas.

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes al modelado y expresión de las ecuaciones químicas de los fenómenos estudiados en sesiones anteriores.
- ⇒ Guiar a los estudiantes al balanceo de ecuaciones a través del análisis de las mismas.
- ⇒ Guiar a los estudiantes a la comprensión del cambio químico desde un enfoque macroscópico, microscópico y simbólico

¡SIMBOLICEMOS LA MATERIA!

- 1) Una reacción química puede ser representada desde una perspectiva macroscópica, una microscópica, o bien, de forma simbólica utilizando símbolos químicos para representar las sustancias involucradas. Por ejemplo, la interacción entre el oxígeno y el hierro en un clavo oxidado podría quedar representado de la siguiente manera:



Así, al expresar reacciones de forma simbólica a través *ecuaciones químicas*, debemos tomar en consideración que la cantidad de átomos de cada elemento debe ser igual tanto en los reactivos como en los productos. Por ello, es importante utilizar de forma adecuada los coeficientes, que nos indican la cantidad de moléculas de una sustancia, o bien la cantidad de una sustancia en forma atómica.

De igual manera, los subíndices nos indican la cantidad de átomos de un elemento presentes en una molécula. Por ejemplo, si escribimos 2CO₂, el coeficiente *dos* escrito antes de la molécula nos indica que existen dos moléculas de dióxido de carbono, mientras que el carbono tiene subíndice *uno* (que no se escribe) y el oxígeno tiene subíndice *dos*, lo cual significa que tenemos dos átomos de oxígeno y uno de carbono, los cuales serán duplicados por el coeficiente dándonos en total dos átomos de carbono y cuatro oxígeno.

Tomando esto en consideración, representen cómo quedaría expresada de forma balanceada la reacción química de la oxidación del clavo. Tiempo para la actividad: diez minutos.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los alumnos expresen simbólicamente la transformación de la materia a través del uso de ecuaciones químicas.
- ⇒ Que los alumnos relacionen la simbología química de los elementos con las ecuaciones químicas.
- ⇒ Que los alumnos comprendan la importancia de la Ley de la Conservación al modelar una ecuación química.
- ⇒ Que los alumnos comprendan el papel de los coeficientes y subíndices en el balanceo de ecuaciones químicas.

Representación balanceada de la reacción química a nivel de partículas

Recomendaciones:

- ✓ Prestar atención continua al trabajo de cada equipo para apoyarlos cuando detecte que se estén desviando de los objetivos planteados para la actividad.
- ✓ Ser cuidadoso en el lenguaje utilizado con los estudiantes para orientarlos de forma adecuada en la resolución de las actividades planteadas.
- ✓ Dar seguimiento especial al análisis que hace cada equipo a las preguntas del balanceo de ecuaciones.

Tiempo destinado:

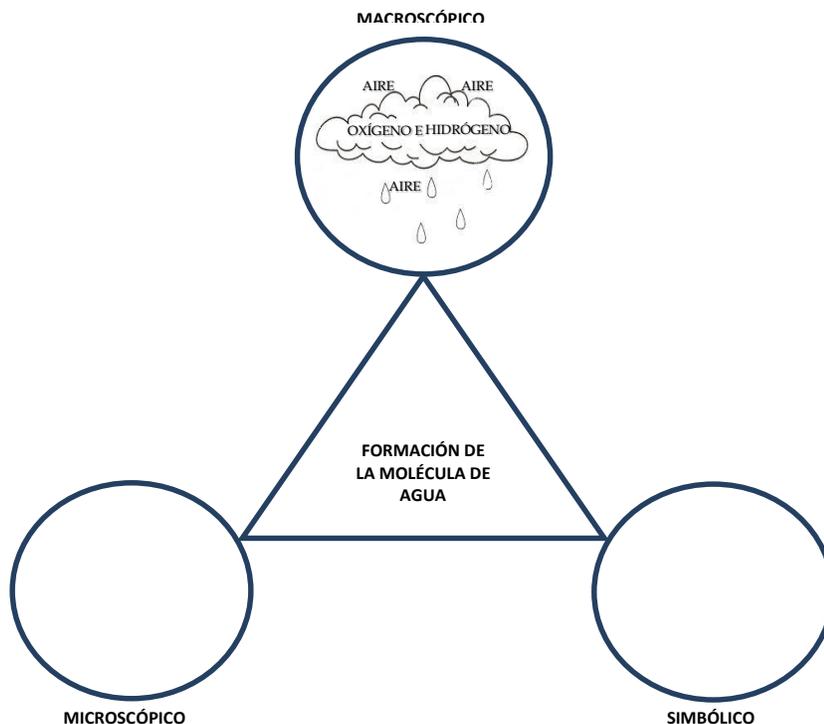
- ✓ Dos sesiones.

Tomando como punto de partida su modelo de partículas ya balanceado, ¿cómo quedaría expresada de forma balanceada la ecuación de la oxidación del hierro? Indiquen la cantidad adecuada de átomos y moléculas correspondientes a cada sustancia. Tiempo para responder: cinco minutos.

Ecuación Balanceada			
$\text{_____ Fe} + \text{_____ O}_2 \rightarrow \text{_____ Fe}_2\text{O}_3$			
Reactivos		Productos	
Átomos de Hierro		Átomos de Hierro	
Átomo de Oxígeno		Átomo de Oxígeno	

REPRESENTANDO LO SIMBOLIZADO.

- 2) Tal y como se menciona en la lectura anterior, podemos representar las reacciones químicas desde un enfoque macroscópico, microscópico y simbólico. Así, para que el agua se forme es necesario que se unan el hidrógeno gaseoso (H_2) con el oxígeno gaseoso (O_2). Completen el siguiente esquema de las tres perspectivas de la formación del agua. Es importante que recuerden balancear la reacción en caso de ser necesario, tanto en la representación de las partículas como en la ecuación. Tiempo para la actividad: 10 minutos.



Nota: Estar pendiente de que los alumnos modelen de forma clara y correcta cada uno de los niveles de representación de la materia. Poner atención a que simbolicen adecuadamente la reacción.

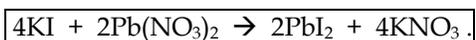
- 3) Expliquen por qué expresaron así su *ecuación química* de la formación del agua. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

- 4) En el ejemplo de la pastilla efervescente para el malestar estomacal, las sustancias reactivas son el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y el agua (H_2O), produciendo hidróxido de sodio (NaOH) y ácido carbónico (H_2CO_3). ¿Cómo sería la ecuación química de dicha reacción? Tiempo para responder: cinco minutos.

- 5) ¿Consideran que es necesario balancear dicha ecuación? ¿Por qué? Expliquen su respuesta considerando lo mencionado en la lectura. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

¿QUÉ TANTO ES TANTITO?

- 6) Considerando lo trabajado en la sesión anterior, analicen la siguiente ecuación química de la reacción de precipitación que llevaron a cabo la semana pasada entre el yoduro de potasio (KI) y el nitrato de plomo II [Pb(NO₃)₂] para formar yoduro de plomo (PbI₂) y nitrato de potasio (KNO₃). Respondan de forma clara lo que se les solicita.



¿Consideran que la ecuación está expresada de forma adecuada? ¿Por qué? Expliquen de forma clara y detallada. Tiempo para la actividad: cinco minutos

¿Podrían expresar la ecuación química de forma adecuada de manera más simple? ¿Cómo? Expliquen su respuesta de forma clara y detallada. Tiempo para la actividad: cinco minutos

- 7) La siguiente ecuación fue balanceada por un estudiante como parte de sus ejercicios en clase:

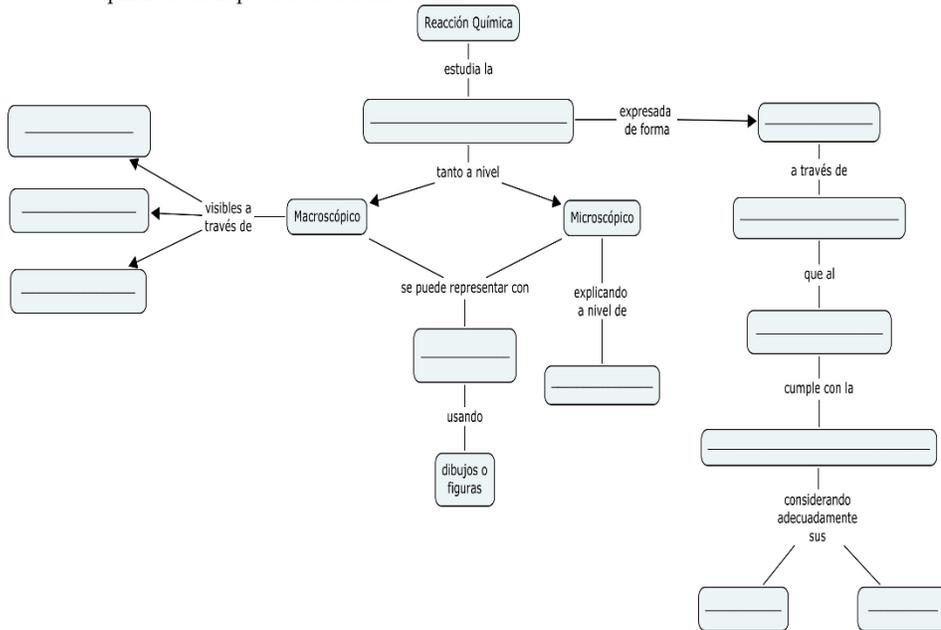
Ecuación original en el ejercicio	$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
Ecuación balanceada por el estudiante	$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_4O$

¿Consideran que el estudiante balanceo la ecuación de forma adecuada? ¿Por qué? Si lo hizo correctamente expliquen por qué, y en caso de haberse equivocado expliquen en qué lo hizo. Expongan sus argumentos de forma detallada y clara. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

- 8) Un estudiante balanceó la ecuación $H_2SO_4 + Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow CaSO_4 + H_3PO_4$ de la siguiente manera: $3H_2SO_4 + Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow 3CaSO_4 + H_6P_2O_8$. Expliquen por qué se encuentra balanceada de forma errónea. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

¡EL CAMINO DE LO YA ESTUDIADO!

9) Completen el siguiente mapa conceptual tomando en consideración todo lo trabajado hasta el momento acerca de las características y el proceso en el que se llevan a cabo las reacciones químicas. Tiempo de la actividad: 15 minutos.



Nota: El docente debe estar atento a que los alumnos consideren la Ley de la Conservación al realizar su esquema, haciéndoles mención de cómo la cantidad presente de cada una de las sustancias influye directamente en la transformación de la materia.

**SESIÓN 10
TRABAJO INDIVIDUAL**

Propósito particular:

- ⇒ Guiar a los estudiantes a la resolución y comprensión de ecuaciones químicas de fenómenos cotidianos.
- ⇒ Guiar a los estudiantes a la comprensión de la Ley de la Conservación en los cambios químicos.

Aprendizajes esperados:

- ⇒ Que los estudiantes balanceen ecuaciones a partir del análisis de las mismas.
- ⇒ Que los alumnos modelen reacciones químicas a distintos niveles de la materia (macroscópico y microscópico) partiendo de su expresión simbólica.
- ⇒ Que los alumnos discernan entre las diferencias que existen en el estudio de las reacciones según el nivel de organización de la materia.

EJERCICIO 8: ECUACIONES COTIDIANAS

NOMBRE _____

INSTRUCCIONES: Lee con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anota tus respuestas en los espacios en blanco, tienes 45 minutos para terminar la actividad.

MODELEMOS LO INVISIBLE:

- 1) Uno de los fenómenos químicos más importantes en nuestra vida cotidiana es la fotosíntesis, que si bien es un fenómeno conocido y mencionado por la mayoría de las personas, la mayoría de las veces desconocemos cuáles son las sustancias reactantes y producidas en dicho proceso. Cuando la fotosíntesis ocurre se utiliza dióxido de carbono y agua, lo cual servirá para producir glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y oxígeno gaseoso. Tiempo para responder: 10 minutos.

¿Cómo expresarías la ecuación química correspondiente para la fotosíntesis?

¿Qué cantidades necesitas de cada sustancia para que la ecuación quede expresada de forma balanceada?

- 2) Representa el proceso químico de la fotosíntesis tanto a nivel macroscópico como a nivel de partículas a través de un modelo en el que utilices lo que sabes de ella. Realiza y explica cada modelo en el espacio correspondiente. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo macroscópico de la fotosíntesis	Modelo microscópico de la fotosíntesis

Nota: Recordar a los alumnos que deben modelar la reacción a distinto nivel, haciendo las explicaciones y anotaciones que consideren necesarias para su comprensión.

- 3) Otro proceso químico presente en nuestra vida cotidiana es la combustión del gas LP (licuado propano), por ejemplo al prender la estufa, el cual es un proceso en el que se quema un gas combustible en presencia de oxígeno, el resultado es la producción de dióxido de carbono y vapor de agua. La fórmula química del gas propano es C_3H_8 . Tiempo para responder: 10 minutos.

¿Cómo expresarías la ecuación química de la combustión del gas LP?

Al balancear la ecuación, ¿qué cantidades se necesitan de cada sustancia?

- 4) Representa con modelos la combustión del gas LP a nivel macroscópico y a nivel de partículas. Realiza y explica cada modelo en el espacio correspondiente. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Recomendaciones:

- ✓ Poner especial atención a la expresión y distinción entre las características del nivel macroscópico con el microscópico.
- ✓ Ser cuidadoso en el apoyo a los alumnos para que balanceen sus ecuaciones.

Modelo macroscópico de la combustión	Modelo microscópico de la combustión

Nota: Recordar a los alumnos que deben modelar la reacción a distinto nivel, haciendo las explicaciones y anotaciones que consideren necesarias para su comprensión.

Tiempo destinado:

- ✓ Una sesión.

¿PODEMOS COMPRENDER LO QUE NO PODEMOS VER?:

- 5) Redacta un texto breve en el que expliques de qué manera el uso de modelos te ayudó a comprender las reacciones químicas. Tiempo de la actividad: cinco minutos.

Nota: Orientar a los alumnos para que redacten en una sola composición escrita su explicación acerca del uso de modelos macroscópicos, microscópicos y simbólicos en la comprensión de las reacciones químicas.

ANEXO TRES

UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL ALUMNO

EJERCICIO 1: LA CAJA NEGRA
SESIÓN UNO Y DOS

NOMBRES

INSTRUCCIONES: Lean con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anoten sus respuestas en los espacios en blanco. Tomen en cuenta todas las opiniones del equipo para explicar lo que se les solicita. Respeten el tiempo indicado de cada actividad para completar los 45 minutos de la sesión.

PENSANDO ACERCA DE NUESTRO ENTORNO:

- 1) Trabajando en equipo, de cinco a seis integrantes, intenten deducir que hay en el interior de la *caja negra* que el profesor les dio. Pueden interactuar de cualquier forma (moverla, girarla, agitarla, etc.) con ella, siempre y cuando no intenten abrirla para ver su contenido. Tomando en cuenta la opinión de todos los integrantes, hagan todas las anotaciones que consideren necesarias para intentar saber qué hay en el interior de la caja, realicen un listado de cuántos y qué objetos consideran se encuentran dentro de ella. Tiempo para la actividad: 15 minutos.

Listado del Contenido de la Caja Negra

REPRESENTANDO (O MODELANDO) LO QUE PENSAMOS DEL MUNDO:

- 2) Tomando en cuenta la opinión de todos los integrantes del equipo acerca de lo que hay en el interior de la *caja negra*, dibujen la *caja negra* y los objetos que piensan tiene en su interior. Hagan todas las descripciones que consideren útiles para la comprensión de la representación que hagan de la *caja negra*. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo del Interior de la Caja Negra

EXPLICANDO NUESTRO PUNTO DE VISTA:

- 3) Expliquen al grupo su opinión acerca de los objetos que están en el interior de la *caja negra*, partiendo de la siguiente pregunta: ¿En qué se basaron para llegar a las conclusiones que elaboraron? Elaboren un escrito breve en el que plasmen las ideas en las que se basaron para elaborar su modelo. Cuando cada equipo explique su modelo, anoten los aspectos diferentes al modelo que hicieron ustedes. Tiempo para la actividad: 20 minutos, 10 para redactar y 10 para socializar.

SEGUNDA SESIÓN

*** ¿PODEMOS COMPRENDER LA REALIDAD? ***

- 4) Hagan una lectura rápida de la explicación de la actividad tres, así como de sus anotaciones, y a partir de ella expliquen: ¿qué importancia tiene que utilicemos modelos para el estudio de los fenómenos que suceden en nuestro entorno para intentar comprender la Naturaleza? Tiempo para la actividad: 10 minutos.

- 5) Respecto a la pregunta anterior ¿consideran que el uso de modelos al hacer ciencia se asemeja al uso que ustedes le dieron para explicar el contenido de la caja negra? ¿por qué? Expliquen detalladamente su respuesta haciendo mención si ustedes podrían

considerarse científicos o investigadores al usar modelos en la escuela. Tiempo para la actividad: 15 minutos.

LA REALIDAD SÓLO SE INTERPRETA.

- 6) Escuchen con atención la opinión de su profesor acerca del uso de *modelos* para representar lo que existe en la realidad, así como de los modelos que ustedes realizaron. Si tienen dudas coméntenlas con el profesor. Si quieren hacer anotaciones al respecto utilicen el espacio siguiente. Tiempo para la actividad: 20 minutos.

Espacios para anotaciones (opcional)

EJERCICIO 2: LOS CLAVOS OXIDADOS

SESIÓN TRES

NOMBRE _____

A partir de este ejercicio trabajaremos el tema de *Reacción Química*, iniciaremos con el estudio un fenómeno químico que ustedes conocen, la *corrosión de los metales*, e iremos trabajando con otros ejemplos de reacciones químicas en las actividades siguientes.

INSTRUCCIONES: Lee con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anota tus respuestas en los espacios en blanco, tienes 45 minutos para terminar todo el ejercicio.

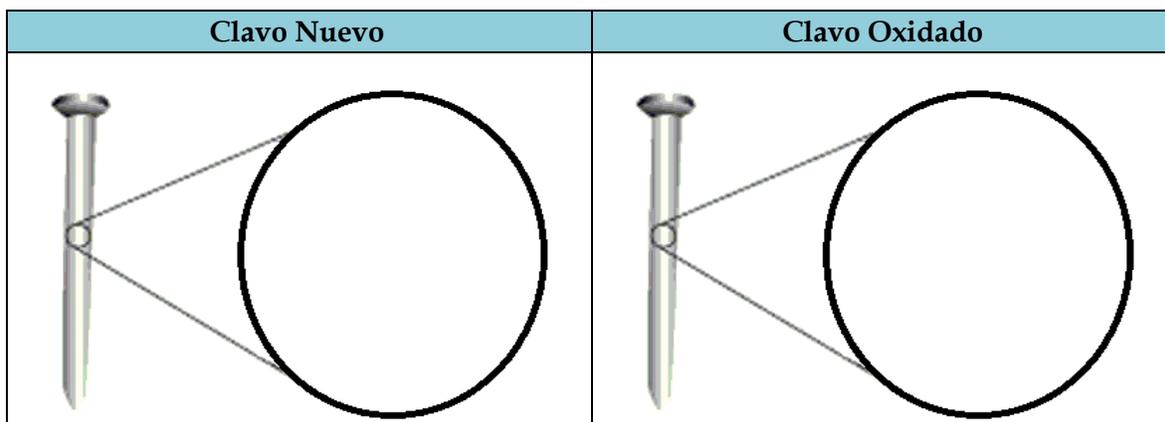
UTILICEMOS LOS SENTIDOS Y PENSEMOS:

- 1) Observa con cuidado los clavos que tienes y compara las características de cada uno de ellos. Elabora un listado de tus observaciones y escribe una explicación apoyándote de las siguientes preguntas: ¿qué diferencias observas entre el clavo nuevo y el oxidado?, ¿a qué crees que se deban estas diferencias?, ¿qué le sucedió al metal del clavo al oxidarse? Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Observaciones	Explicación

MODELANDO LO QUE "SE VE" Y LO QUE "NO SE VE":

- 2) Elabora un modelo en dos dimensiones que represente tu explicación acerca de las características de ambos clavos, piensa en lo siguiente: ¿cómo serían las partículas del clavo oxidado respecto a las del clavo nuevo? ¿por qué?, ¿qué le ocurrió a sus partículas al oxidarse?, ¿cómo estaban las moléculas del clavo antes de oxidarse? Tiempo para la actividad: 10 minutos.

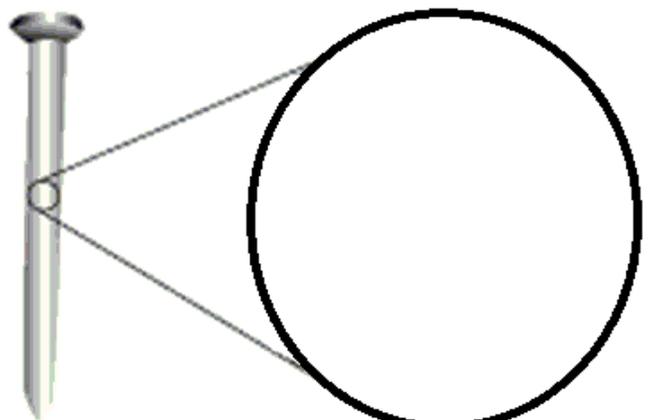


¿PODEMOS MEDIR LOS CAMBIOS?:

- 3) Al hablar de la oxidación de los metales, un hecho primordial es el incremento de la masa del cuerpo metálico por la acción del oxígeno sobre las partículas metálicas del clavo. ¿Tu modelo te permite explicar el incremento de la masa del clavo al oxidarse? ¿por qué? Explica tu respuesta. Tiempo para responder: cinco minutos.

- 4) Si en el modelo que ya habías hecho no tomaste en consideración la participación del oxígeno en la oxidación del clavo, así como el incremento en la masa del clavo, elabora un modelo nuevo con el que sí puedas hacerlo, recuerda que tu modelo debe explicar lo que ocurre a nivel de partículas. Explica por qué con este nuevo modelo si puedes hacerlo. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Nuevo modelo del Clavo Oxidado considerando el incremento en la masa



The diagram shows a vertical nail on the left. A magnifying glass, represented by a large circle with a handle, is positioned to the right of the nail. Two lines extend from the handle of the magnifying glass to a specific section of the nail's shaft, indicating that this area is being examined in detail. The magnifying glass is currently empty, suggesting a space for a student to draw a particle-level model of the oxidation process.

SOCIALICEMOS NUESTRAS OPINIONES:

- 5) Comparte tu modelo y explicación con otros compañeros, di *en qué te basaste* para elaborar tu modelo y explicación de la oxidación del clavo. Anota las similitudes y diferencias de tu modelo con los de tus compañeros y redacta algunas ideas principales al respecto. Tiempo para la actividad: 15 minutos en total, siete minutos para la socialización y ocho para la discusión en equipo.

Similitudes	Diferencias
Ideas Principales	

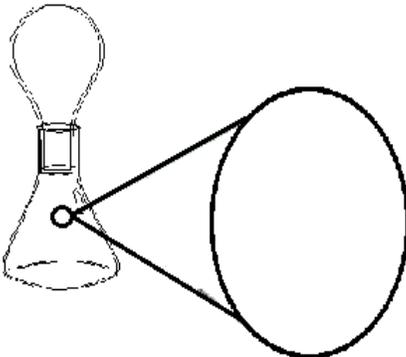
EJERCICIO 3: PASTILLA EFERVESCENTE
SESIÓN CUATRO

NOMBRES

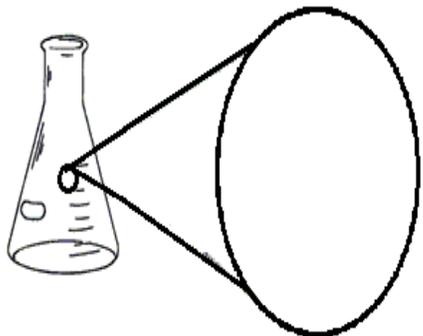
INSTRUCCIONES: Lean con cuidado cada actividad párrafos y anoten sus respuestas en los espacios correspondientes, tienen 45 minutos para terminar todo el ejercicio.

PENSANDO EN BURBUJAS:

- 1) Observen el fenómeno que producirá su profesor y hagan un modelo para representar lo que sucedió a nivel de partículas en el fenómeno observado y redacten su explicación al respecto. Pueden apoyarse de las siguientes preguntas: ¿Qué le ocurre a las moléculas de la pastilla efervescente al entrar en contacto con el agua? ¿seguirán siendo las mismas después de que ocurrió la efervescencia? ¿por qué? ¿de dónde surgen las burbujas presentes en la botella? Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo de la Botella burbujante	Explicación
	

- 2) Usen su modelo para explicar cómo y por qué cambiaría la masa si quitamos el globo. Expliquen su respuesta de forma clara. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

Modelo de la Botella sin globo	Explicación
	

¿DOS MODELOS A LA VEZ?:

- 3) Revisen el modelo que hicieron del clavo oxidado en la sesión anterior y compárenlo con los que acaban de realizar, ¿encuentran similitudes entre ellos?, ¿a qué creen que se deba? Elaboren un modelo en el que consideren tanto las características del modelo del clavo como las del modelo de la efervescencia. Hagan un listado de las similitudes que encontraron entre ambos modelos y que representaron en el nuevo modelo. Tiempo para la actividad: 20 minutos.

Nuevo modelo "doble"	Encontrando similitudes

COMPARTIENDO CONCLUSIONES.

- 4) Compartan las similitudes que encontraron entre los dos fenómenos químicos estudiados y digan una conclusión breve al respecto. Pongan atención a la explicación de cada equipo y hagan las anotaciones que consideren importantes acerca de las similitudes que ustedes no identificaron. Tiempo para la actividad: 10 minutos en total, 5 minutos para la socialización y 5 para la discusión en equipo.

Anotaciones

EJERCICIO 4: PRECIPITANDO SUSTANCIAS
SESIÓN CINCO

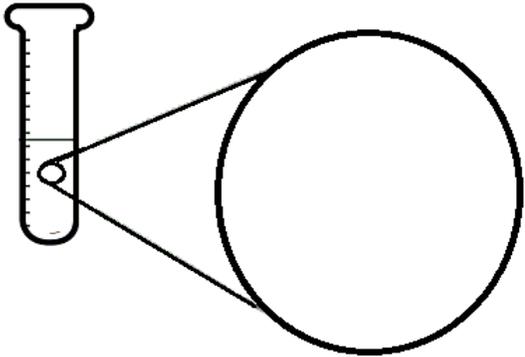
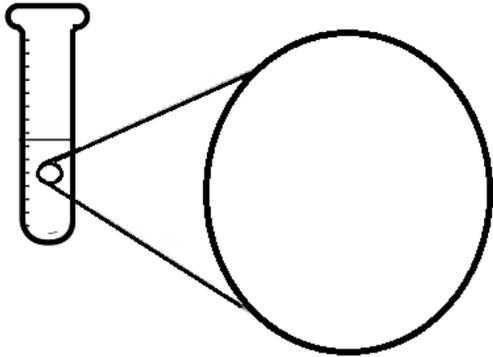
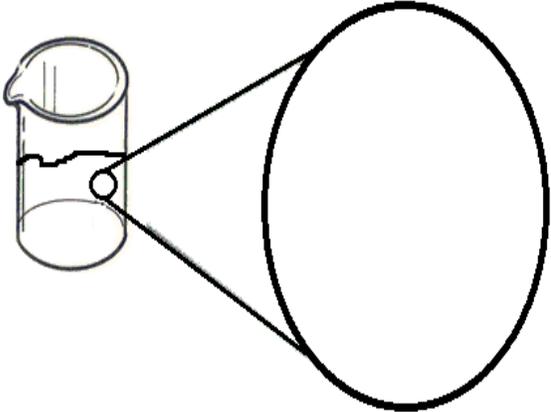
NOMBRES

INSTRUCCIONES: Lean con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anoten sus respuestas en los espacios en blanco, tienen 45 minutos para terminar la actividad.

POLVOS MÁGICOS:

- 1) En su mesa de laboratorio tienen material para trabajar; en uno de los tubos de ensayo tienen una disolución de yoduro de potasio [KI] y en el otro una disolución de nitrato de plomo II [Pb(NO₃)₂]. Unan ambas sustancias en el interior de un vaso de precipitados y pongan mucha atención a la reacción química que ocurre. Anoten sus observaciones y modelen lo ocurrido.

Tiempo de la actividad: 10 minutos.

Modelo del tubo con la disolución de KI	Modelo del tubo con la disolución de Pb(NO ₃) ₂
	
Modelo de la reacción química ocurrida en el vaso de precipitados	Observaciones
	

cambio químico en la materia? Expliquen de forma clara sus ideas. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

5) Durante las reacciones químicas los cambios visibles que podemos observar son consecuencia de lo ocurrido a las partículas de las sustancias participantes, entonces ¿qué le ocurre a las partículas de las sustancias presentes en una reacción química? ¿por qué lo piensan así? Expliquen su respuesta detalladamente. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

EJERCICIO 5: MANIPULANDO REACCIONES

SESIÓN SEIS

NOMBRES

INSTRUCCIONES: Realicen cada una de las siguientes actividades, en total tienen 45 minutos para terminar la actividad.

¿PODEMOS AGARRAR LO QUE NO VEMOS?

- 1) En las sesiones anteriores han venido haciendo una de las tareas más comunes en el mundo de la ciencia, hacer modelos para explicar lo que pensamos acerca de la Naturaleza, pero aún les hace falta una parte muy importante del modelado de fenómenos: *la manipulación de modelos materiales*. Los modelos materiales pueden hacerse con distintos objetos y nos brindan la posibilidad de expresar y representar con mayor detalle nuestra forma de pensar. Usen los materiales que el profesor les proporcionará para modelar la reacción química de precipitación que trabajaron en la sesión anterior: al unir yoduro de potasio [KI] y con nitrato de plomo II [$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$], obtendremos yoduro de plomo II [PbI_2] y nitrato de potasio [KNO_3]. Tiempo para decidir cómo hacer su modelo y modelarlo: 25 minutos.

¡REFLEXIONEMOS EN CONJUNTO!:

- 2) Expliquen al grupo por qué eligieron los materiales que utilizaron en su modelo (limpiapiipas, plastilina, bolitas de colores, palitos, etc.). Si existen dudas acerca de su modelo por parte del grupo, contesten de forma breve al respecto. Si consideran necesario que el docente los apoye solicítenselo. Identifiquen si hay diferencias entre su modelo y el de los demás equipos. Pueden hacer las anotaciones que consideren necesarias. Tiempo para la actividad: 15 minutos.
-
-
-
-
-
-
-
-

3) Escuchen los comentarios de su docente respecto a los ejercicios que han realizado a lo largo de la semana. Si gustan usen el espacio siguiente para hacer anotaciones al respecto.

EJERCICIO 6: QUÍMICA EN LA "VIDA REAL"

SESIÓN SIETE

NOMBRE _____

INSTRUCCIONES: Realiza cada una de las siguientes actividades, en total tienes 45 minutos para terminar la actividad.

¿VIVIMOS LA QUÍMICA?

- 1) Realiza la siguiente lectura y completa los espacios vacíos con las palabras que consideres adecuadas. Tiempo para la lectura y completar espacios: 15 minutos.

LA QUÍMICA NUESTRA DE CADA DÍA.

En cada una de las actividades que realizamos en nuestra vida diaria podemos encontrar distintos ejemplos de fenómenos físicos y químicos, entre los que podemos mencionar los siguientes:

- La fotosíntesis de las plantas,
- El encendido de una vela,
- Poner a hervir café,
- La formación de los diamantes,
- La combustión de gas LP en la estufa,
- Fundición industrial del hierro,
- Freír un huevo estrellado,
- La aparición de un arcoíris en el cielo,
- La corrosión de los metales,
- El eco producido por algunos sonidos,
- La fermentación del vino.

Por lo tanto, es importante que la formación científica escolar nos ayude a poder diferenciar entre ellos, y para eso es importante recordar que en los fenómenos químicos la estructura y composición interna de la _____ se _____, teniendo como resultado final la presencia de _____ nuevas. Es decir, tendremos la presencia de materiales que en un inicio no teníamos, pero que se _____ durante los cambios que le ocurrieron a las sustancias reactantes con las cuales comenzó dicho fenómeno químico. Así, durante el cambio químico se producen sustancias nuevas que tienen _____ diferentes, por ejemplo el óxido de hierro (o herrumbre) tiene una _____ y _____ diferente a la del hierro. Otra característica de las reacciones químicas, como en el caso de la efervescencia, es la _____ de gases; aunado a esto, también podemos mencionar la formación de precipitados, la liberación o absorción de calor, así como la generación de luminosidad, entre otras.

Como resultado del _____ de las partículas de las sustancias reactantes, la _____ de las sustancias sufrirá variaciones durante el cambio químico, lo cual puede corroborarse a través de la _____. Además, es importante considerar a la _____ como un factor que modifica la velocidad a la que se lleva a cabo una reacción química, debido a que varía la _____ de las sustancias reactantes.

- 2) Clasifica el listado de fenómenos presentes al inicio del texto anterior en fenómenos físicos o químicos según sea el caso. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

Fenómenos Físicos	Fenómenos Químicos
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____
4. _____	4. _____
5. _____	5. _____
6. _____	6. _____
7. _____	7. _____
8. _____	8. _____

- 3) Elige un fenómeno de cada lista y modela lo que ocurre con **las partículas de las sustancias** en cada uno de los fenómenos en cuestión. Utiliza el espacio correspondiente para cada fenómeno. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo Fenómeno Físico	Modelo Fenómeno Químico

¡COTIDIANEIDAD AL DESCUBIERTO!:

- 4) ¿Qué diferencias existen entre los cambios que sufren las partículas de las sustancias en un fenómeno físico y uno químico? Explica y argumenta tu respuesta apoyándote de tus modelos. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

- 5) En síntesis, define brevemente cada tipo de fenómeno. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

Fenómeno

Físico:

Fenómeno

Químico:

EJERCICIO 7: REACCIONES SIMBOLIZADAS

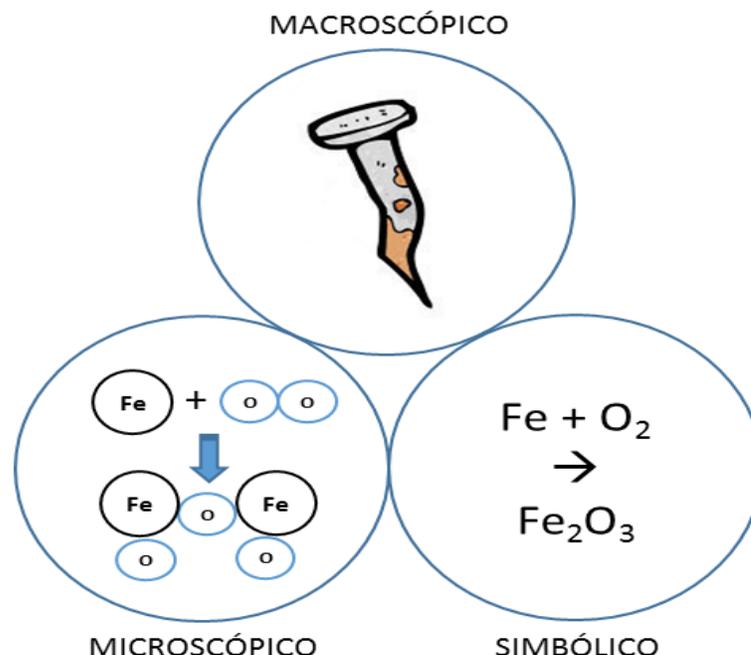
SESIÓN OCHO Y NUEVE

NOMBRES

INSTRUCCIONES: Realicen las siguientes actividades en el tiempo indicado.

¡SIMBOLICEMOS LA MATERIA!

- 1) Una reacción química puede ser representada desde una perspectiva macroscópica, una microscópica, o bien, de forma simbólica utilizando símbolos químicos para representar las sustancias involucradas. Por ejemplo, la interacción entre el oxígeno y el hierro en un clavo oxidado podría quedar representado de la siguiente manera:



Así, al expresar reacciones de forma simbólica a través *ecuaciones químicas*, debemos tomar en consideración que la cantidad de átomos de cada elemento debe ser igual tanto en los reactivos como en los productos. Por ello, es importante utilizar de forma adecuada los coeficientes, que nos indican la cantidad de moléculas de una sustancia, o bien la cantidad de una sustancia en forma atómica. De igual manera, los subíndices nos indican la cantidad de átomos de un elemento presentes en una molécula. Por ejemplo, si escribimos 2CO₂, el coeficiente *dos* escrito antes de la molécula nos indica que existen dos moléculas de dióxido de carbono, mientras que el carbono tiene subíndice *uno* (que no se escribe) y el oxígeno tiene subíndice *dos*, lo cual significa que tenemos dos átomos de oxígeno y uno de carbono,

los cuales serán duplicados por el coeficiente dándonos en total dos átomos de carbono y cuatro oxígeno.

Tomando esto en consideración, representen cómo quedaría expresada de forma balanceada la reacción química de la oxidación del clavo. Tiempo para la actividad: diez minutos.

Representación balanceada de la reacción química a nivel de partículas

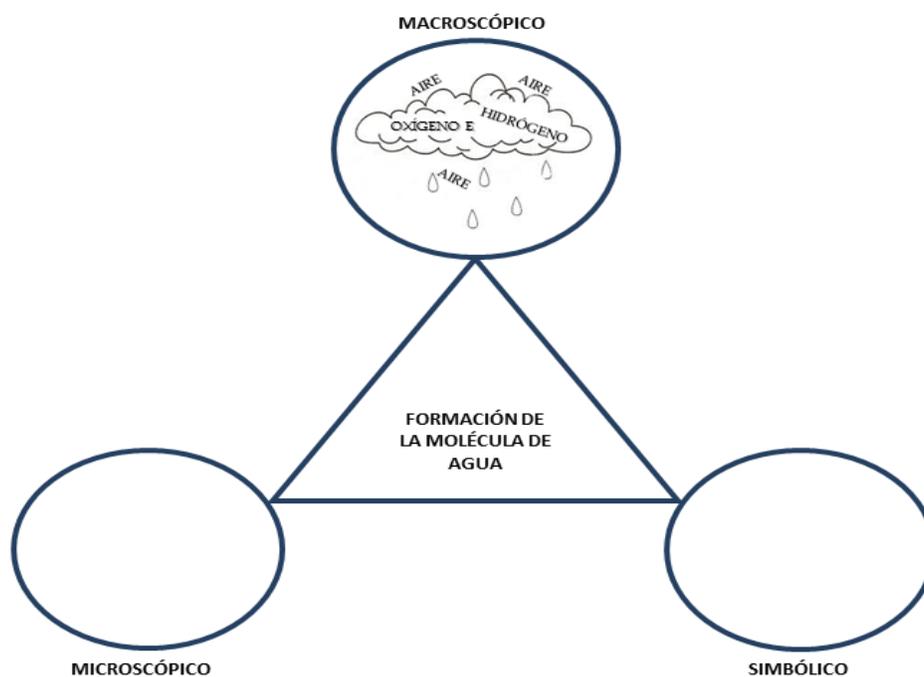
Tomando como punto de partida el modelo de partículas ya balanceado que elaboraron, ¿cómo quedaría expresada de forma balanceada la ecuación de la oxidación del hierro? Indiquen la cantidad adecuada de átomos y moléculas correspondientes a cada sustancia. Tiempo para responder: cinco minutos.

Ecuación Balanceada			
$\underline{\hspace{1cm}} \text{Fe} + \underline{\hspace{1cm}} \text{O}_2 \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{Fe}_2\text{O}_3$			
Reactivos		Productos	
Átomos de Hierro		Átomos de Hierro	
Átomo de Oxígeno		Átomo de Oxígeno	

REPRESENTANDO LO SIMBOLIZADO.

- 2) Tal y como se menciona en la lectura anterior, podemos representar las reacciones químicas desde un enfoque macroscópico, microscópico y simbólico. Así, para que el agua se forme es necesario que se unan el hidrógeno gaseoso (H₂) con el oxígeno gaseoso (O₂). Completen el siguiente esquema de las tres perspectivas de la

formación del agua. Es importante que recuerden balancear la reacción en caso de ser necesario, tanto en la representación de las partículas como en la ecuación. Tiempo para la actividad: 10 minutos.



- 3) Expliquen por qué expresaron así su *ecuación química* de la formación del agua. Tiempo para la actividad: cinco minutos.

- 4) En el ejemplo de la pastilla efervescente para el malestar estomacal, las sustancias reactantes son el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y el agua (H_2O), produciendo hidróxido de sodio (NaOH) y ácido carbónico (H_2CO_3). ¿Cómo sería la ecuación química de dicha reacción? Tiempo para responder: cinco minutos.

- 5) ¿Consideran que es necesario balancear dicha ecuación? ¿Por qué? Expliquen su respuesta considerando lo mencionado en la lectura. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

7) La siguiente ecuación fue balanceada por un estudiante como parte de sus ejercicios en clase:

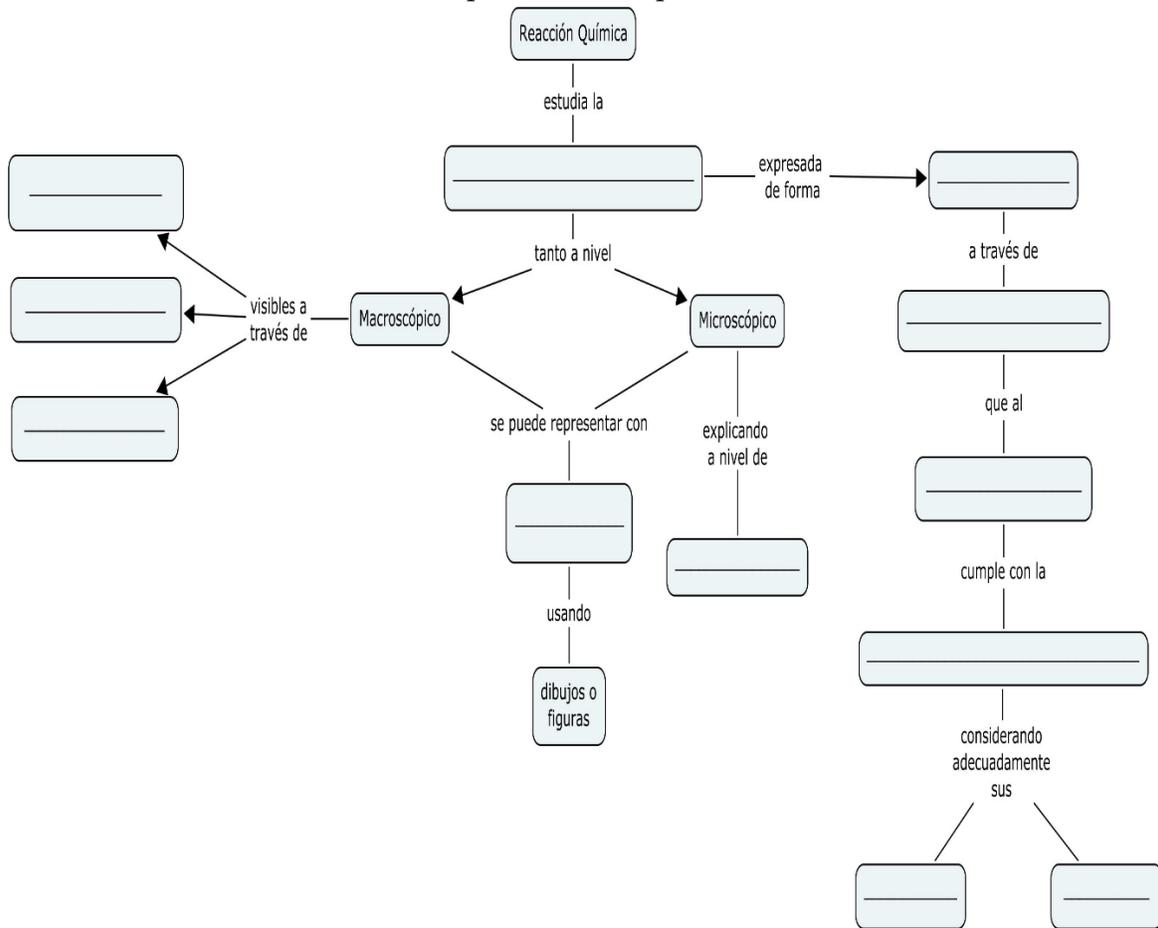
Ecuación original en el ejercicio	$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Ecuación balanceada por el estudiante	$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_4\text{O}$

¿Consideran que el estudiante balanceo la ecuación de forma adecuada? ¿Por qué? Si lo hizo de correctamente expliquen por qué, y en caso de haberse equivocado expliquen en qué lo hizo. Expongan sus argumentos de forma detallada y clara. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

8) Un estudiante balanceo la ecuación $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$ de la siguiente manera: $3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow 3\text{CaSO}_4 + \text{H}_6\text{P}_2\text{O}_8$. Expliquen por qué se encuentra balanceada de forma errónea. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

¡EL CAMINO DE LO YA ESTUDIADO!

9) Completen el siguiente mapa conceptual tomando en consideración todo lo trabajado hasta el momento acerca de las características y el proceso en el que se llevan a cabo las reacciones químicas. Tiempo de la actividad: 15 minutos.



EJERCICIO 8: ECUACIONES COTIDIANAS
SESIÓN DIEZ

NOMBRE _____

INSTRUCCIONES: Lee con cuidado cada uno de los siguientes párrafos y anota tus respuestas en los espacios en blanco, tienes 45 minutos para terminar la actividad.

MODELEMOS LO INVISIBLE:

- 1) Uno de los fenómenos químicos más importantes en nuestra vida cotidiana es la fotosíntesis, que si bien es un fenómeno conocido y mencionado por la mayoría de las personas, la mayoría de las veces desconocemos cuáles son las sustancias reactantes y producidas en dicho proceso. Cuando la fotosíntesis ocurre se utiliza dióxido de carbono y agua, lo cual servirá para producir glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y oxígeno gaseoso. Tiempo para responder: 10 minutos.

¿Cómo expresarías la ecuación química correspondiente para la fotosíntesis?

¿Qué cantidades necesitas de cada sustancia para que la ecuación quede expresada de forma balanceada?

- 2) Representa el proceso químico de la fotosíntesis tanto a nivel macroscópico como a nivel de partículas a través de un modelo en el que utilices lo que sabes de ella. Realiza y explica cada modelo en el espacio correspondiente. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo macroscópico de la fotosíntesis	Modelo microscópico de la fotosíntesis

- 3) Otro proceso químico presente en nuestra vida cotidiana es la combustión del gas LP (licuado propano), por ejemplo al prender la estufa, el cual es un proceso en el que se quema un gas combustible en presencia de oxígeno, el resultado es la producción de dióxido de carbono y vapor de agua. La fórmula química del gas propano es C_3H_8 . Tiempo para responder: 10 minutos.

¿Cómo expresarían la ecuación química de la combustión del gas LP?

Al balancear la ecuación, ¿qué cantidades se necesitan de cada sustancia?

- 4) Representa con modelos la combustión del gas LP a nivel macroscópico y a nivel de partículas. Realiza y explica cada modelo en el espacio correspondiente. Tiempo para la actividad: 10 minutos.

Modelo macroscópico de la combustión	Modelo microscópico de la combustión

¿PODEMOS COMPRENDER LO QUE NO PODEMOS VER?:

- 5) Redacta un texto breve en el que expliques de qué manera el uso de modelos te ayudó a comprender las reacciones químicas. Tiempo de la actividad: cinco minutos.

ANEXO CUATRO

MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LOS APRENDIZAJES ESPERADOS CONSIDERADOS EN LA INVESTIGACIÓN

4.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LA UD DEL TEMA DE REACCIÓN QUÍMICA

Sesión	Ejercicio	Modalidad	Cuestionamiento principal de la actividad:	Aprendizaje Esperado	Aspecto a evaluar
01	E1: La caja negra	Equipo	A4: ¿Qué importancia tiene que utilicemos modelos para el estudio de los fenómenos que suceden en nuestro entorno para intentar comprender la Naturaleza?	Comprenden el papel que cumplen los modelos como herramienta análoga para la representación y comprensión de fenómenos naturales.	✓ Argumenta el uso de modelos como herramienta análoga para representar fenómenos naturales, basándose en las limitaciones que tiene el ser humano para explicar las cosas que no puede ver.
02					
03	E2: Los clavos oxidados	Individual	A1: Identifica qué cambios presenta el clavo oxidado en comparación del clavo nuevo, y explica a qué crees que se deban dichos cambios.	Identifica algunas características del cambio químico en fenómenos cotidianos.	✓ Identifica la modificación de algunas características físicas de la materia como resultado del cambio químico.
			A3-A4: Explica si tu modelo te permite explicar el cambio de la masa del clavo al considerar las partículas modeladas.	Considera variaciones en la masa de las sustancias como resultado de los procesos químicos.	✓ Considera en su modelo cómo varía la masa de una sustancia al reaccionar químicamente con otra.
04	E3: Pastilla efervescente	Equipo	A2: Usen su modelo para explicar cómo y por qué cambiaría la masa si quitamos el globo.	Comprenden la importancia de un sistema abierto y/o cerrado al ocurrir una reacción química.	✓ Explican las variaciones en la masa al pasar de un sistema cerrado a uno abierto.
05	E4: Precipitando sustancias	Equipo	A2: Expliquen cómo influye la temperatura en una reacción química.	Comprenden el papel de la temperatura en la solubilidad y velocidad de una reacción.	✓ Explican cómo una reacción química se ve alterada al existir variaciones en la temperatura que repercuten en la formación de nuevas sustancias.

06	E5: Manipulando reacciones	Equipo	A3: Expliquen al grupo por qué eligieron los materiales que utilizaron y qué representa su modelo.	Argumentan su modelo utilizando distintos conceptos.	✓ Modelan y argumentan de forma pertinente la reacción química de precipitación utilizando distintos conceptos químicos.
07	E6: Química en la "vida real"	Individual	A3: Modela lo que ocurre con las partículas en cada uno de los fenómenos elegidos.	Diferencia entre fenómenos físicos y químicos a partir del uso de modelos.	✓ Explica el comportamiento diferente a nivel de partículas entre un fenómeno físico y uno químico.
			A5: Define brevemente cada tipo de fenómeno tomando en consideración los cambios que sufren las partículas en cada uno de ellos.	Comprende la diferencia entre fenómenos físicos y químicos desde una perspectiva científica.	✓ Define de forma adecuada el cambio físico y el cambio químico.
08 09	E7: Reacciones simbolizadas	Equipo	A8: Expliquen por qué se encuentra balanceada de forma errónea la ecuación.	Comprenden el papel de los subíndices y coeficientes en el balanceo de ecuaciones químicas.	✓ Demuestran comprensión del papel de los subíndices y coeficientes de las sustancias en el balanceo de ecuaciones químicas.
10	E:8 Ecuaciones cotidianas	Individual	A4: Representa con modelos la combustión del gas LP a nivel macroscópico y a nivel de partículas.	Modela reacciones químicas a distintos niveles de la materia (macroscópico y microscópico) partiendo de su expresión simbólica.	✓ Modela un fenómeno químico a nivel macroscópico y microscópico de forma pertinente.
			A5: Explica de qué manera el uso de modelos te ayudó a comprender las reacciones químicas.	Disciernen entre las diferencias que existen en el estudio de las reacciones según el nivel de organización de la materia	✓ Explica la importancia de estudiar los fenómenos químicos a través del uso de modelos.

ANEXO CINCO

BITÁCORA DE OBSERVACIONES

24-02-2014 AL 07-03-2014

5.1 BITÁCORA DE OBSERVACIONES DE LA APLICACIÓN DE LA UD EN EL COLEGIO BILINGÜE “EMILIO ROSENBLUETH”

Ejercicio “Caja Negra” (S01-S02). El docente comenzó aplicando la evaluación diagnóstica los 13 alumnos que asistieron, y debido a que estaban en semana de evaluaciones y acaban de terminar su examen de matemáticas los alumnos siguen hablando respecto a la prueba que acaban de tener y se dispersan un poco para iniciar la evaluación diagnóstica. Ya que terminan la prueba, la profesora forma tres equipos con los que trabajaran las actividades de la UD. En la actividad uno, los alumnos mueven y agitan las “cajas negras” mientras van haciendo la lectura de las indicaciones de la actividad, hacen movimientos hacia arriba y abajo, la inclinan lentamente, la mueven rápido y también la agitan. Aun cuando ya hicieron su listado de posibles objetos, siguen interactuando con la caja para “corroborar” la cantidad y tipo de objetos que se encuentran en su interior. El equipo tres mueve lentamente la caja inclinando cerca de sus orejas para escuchar con mayor cuidado y atención lo que se mueve en el interior de la caja, incluso cierran los ojos para “concentrarse más”. Por su parte, los equipos dos y tres hacen consideraciones del peso y tamaño de los objetos según mueven la caja negra. Descartan objetos basándose en el sonido que estos producen al moverse en el interior de la caja, además del “peso” y tamaño que ellos consideran posee cada objeto, de igual manera calculan la cantidad de objetos considerando la cantidad de sonidos que aprecian. Los alumnos se muestran ansiosos en poder abrir la caja para saber su contenido.

Para la sesión dos se incorporó un alumno más y presentó el diagnóstico inicial, se integró al equipo tres. Al momento de contestar la actividad cuatro y cinco la mayor parte de los alumnos se distrae discutiendo acerca del contenido de las *cajas negras* incluso con los compañeros de otros equipos, por lo cual uno o dos alumnos por equipo son los que contestan dichas actividades. Cuando el docente participa haciendo la explicación de por qué no se abrirá la caja algunos alumnos se muestran desilusionados, comentan entre ellos que entonces no se equivocaron en lo que pusieron porque fue la interpretación que cada equipo hizo. Al término de todas las actividades del ejercicio se le hace la recomendación al docente de que los alumnos dediquen más tiempo y esmero en la redacción de sus respuestas, ya que lo hacen de forma muy escueta.

Ejercicio “Clavos Oxidados” (S03). La docente les hace entrega de un clavo nuevo y uno oxidado a cada alumno para la actividad, hacen sus observaciones y anotaciones respecto a las características de ambos clavos y comienzan a modelarlos; algunos se muestran motivados por dibujar lo pensaron. Algunos alumnos responden en la actividad uno que el clavo se oxida por acción del oxígeno. Después de modelar varios alumnos consideran que su modelo inicial si tomaba en cuenta al oxígeno aunque no habían pensado en el aspecto de la masa del clavo mientras que otros comentan que de cierta manera su modelo si contempla el aumento en masa por la oxidación. Para socializar sus respuestas se formaron cuatro equipos por proximidad, y así discutieron y analizaron qué similitudes y diferencias habían identificado entre sus modelos.

Ejercicio “Pastilla Efervescente” (S04). La actividad se trabajó fuera del aula debido a que la docente no podía subir escaleras debido a un esguince de tobillo. En general los tres equipos discuten acerca de cómo se formó el gas, e incluso algunos alumnos comentan que lo que se formó fue gas carbónico. El equipo dos y tres discuten poco acerca de cómo hacer su modelo de la efervescencia. En la actividad en la que deben elaborar un solo modelo que considere tanto la oxidación del clavo como la efervescencia. En el equipo tres el trabajo de modelado lo lleva a cabo principalmente la única mujer del equipo mientras sus cuatro compañeros observaban que era lo que ella hacía, algunos le preguntaban, mientras que uno de ellos solo estuvo jugando y platicando, y distraendo a otros. En general, no modelan ambos procesos como uno solo, lo que hacen es generar un modelo de un matraz con un clavo en su interior, representando ambos fenómenos al mismo tiempo. Aunque en la sesión del día anterior trabajaron con el incremento de masa por la unión de sustancias en la oxidación, les cuesta trabajo llegar a una conclusión de la variación de la masa en un sistema abierto, además de que consideran que una similitud es la presencia de oxígeno en ambas reacciones químicas. *Es un grupo muy inquieto, realizan las actividades en poco tiempo y debido a esto al tener tiempo restante se distraen fácilmente con otros compañeros de los demás equipos.*

Ejercicio “Precipitando Sustancias” (S05). La actividad se llevó a cabo en el laboratorio y debido a actividades cívicas del colegio la clase empezó casi 25 minutos después. Una vez que las sustancias y materiales estuvieron listas en las mesas de laboratorio los alumnos comenzaron a trabajar. Al unir el KI y el $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ y formarse

el precipitado amarillo de PbI_2 los alumnos se mostraron muy sorprendidos y emocionados con su formación, se preguntaban de dónde había salido y algunos comentaban que fue por la unión de las dos sustancias que juntaron. Cuando modelan la reacción, dos equipos, el uno y el tres, modelan a nivel de partículas mientras que el equipo dos escribe la fórmula de las sustancias como si estuvieran “disueltas” en el matraz. Cuando repiten la reacción variando la temperatura del sistema, los tres equipos identifican variaciones en la tonalidad del precipitado, así como en la consistencia de la sustancia precipitada, haciendo mención a si están más o menos “unidas” sus partículas, comentan que la que está en agua caliente es más “densa” que la del agua fría. Cuando intentan hacer una explicación relacionando los tres fenómenos estudiados, el equipo uno menciona nuevamente la presencia y acción del oxígeno en todas las reacciones, haciendo alusión a que en la precipitación el oxígeno está presente tanto en el agua caliente del baño maría como en el agua fría. Los demás equipos ya no mencionan la presencia de oxígeno como “similitud” entre las reacciones.

Ejercicio “Manipulando Reacciones” (S06). Debido al retraso en la sesión anterior, para esta sesión también hubo menos tiempo disponible ya que eran sesiones consecutivas. Los alumnos recibieron sus bolsas con materiales para elaborar sus modelos de la reacción de precipitación que habían llevado a cabo la sesión anterior. Comienzan revisando los materiales que tienen y los tres equipos optan por representar las partículas con las esferas de unicel, con la variación de que los equipos uno y tres rodean cada esfera con los limpiapipas, diferenciando los elementos con limpiapipas de distintos colores. Para representar las “uniones” entre los elementos, el equipo uno usa limpiapipas, el equipo dos no une los elementos, mientras que el equipo tres utiliza los palitos de paleta y los popotes plásticos. El modelo terminado del equipo uno es una representación continua de todas las sustancias, del esqueleto principal salen ramificaciones a las cuales van unidas las esferas de unicel que representan los átomos de las sustancias, lo cual resultó confuso para comprender cómo ocurre la reacción ya que no representaba las sustancias participantes de forma clara. El equipo dos no representa la reacción química como tal, lo que hicieron fue representar con las esferas y limpiapipas los elementos químicos de las sustancias participantes (pero sin estar enlazados en moléculas) dentro de un matraz que hicieron con el limpiapipas blanco. A su vez, el equipo tres es el único que representa cada sustancia de forma independiente y la cantidad de átomos correcta; cuando hicieron la explicación de su modelo comentan que si bien representaron cada sustancia, no pusieron la cantidad adecuada de cada una de ellas para que hubiera la misma cantidad de átomos de cada lado, además

de que representaron la reacción como una igualdad matemática [$KI + Pb(NO_3) = PbI_2 + KNO_3$.]

Ejercicio “Química en la Vida Real” (S07). Se incorporó una alumna que no estuvo presente la semana anterior y se incorporó al equipo dos. Los alumnos van realizando la lectura de la actividad uno, y hacen comentarios en voz alta acerca de las respuestas, y algunos comentan más bajo con los compañeros de a lado al respecto. Para hacer el listado de fenómenos físicos y químicos algunos alumnos “comentan” entre ellos cuales deben ir en cada lista. Cuando tienen que hacer los modelos de los fenómenos los alumnos se ponen más inquietos para pedir prestados colores o sacapuntas, de igual manera mientras hacen sus dibujos, ya sea a nivel macroscópico o microscópico, platican entre ellos. Al momento de modelar, aunque la actividad pide que se hagan modelos de partículas de los fenómenos elegidos, algunos solo representan a nivel macro y agregan dibujos geométricos para representar partículas, pero no “dentro” de su modelo principal.

Ejercicio “Reacciones Simbolizadas” (S08-09). Comienzan la lectura y actividades por equipo para la sesión ocho. En el equipo uno y tres mientras van haciendo la lectura los alumnos van haciendo comentarios al respecto de lo que leen. En general los tres equipos describen bien la oxidación y la balancean de forma correcta, pero sus modelos de partículas no son adecuados, expresan las partículas separadas y no formando moléculas. Para el caso de la reacción de formación del agua, el equipo uno discute bastante acerca de cómo ir haciendo el modelado e intentar balancear la ecuación, aunque dos alumnas son las que llevan la batuta del trabajo. Por su parte, en el equipo dos la alumna (la que se integró la sesión anterior) que iba haciendo la lectura de la actividad para sus compañeros expresa bien la ecuación balanceada para la formación del agua, pero sus compañeros le dicen que está mal y ponen la ecuación como decían los demás. A su vez la mayoría del equipo tres discute acerca de cómo deben expresar la ecuación, y después de discutir entre ellos la anotan de forma correcta, al igual que su modelo de partículas. Incluso balancean la ecuación y al hacerlo también modifican su modelo de partículas. En la ecuación de la efervescencia los tres equipos hacen la valoración de que ya está balanceada y anotan de forma adecuada la ecuación.

Respecto a la sesión nueve, el equipo dos va avanzando con las actividades pero no discuten entre ellos, se van “turnando” la resolución de las actividades. Por su parte, tanto el equipo uno como el tres, identifican que en las actividades siete y ocho hay errores en los subíndices, mencionando que estos no pueden ser modificados durante el balanceo de ecuaciones. Finalmente, en la resolución del mapa conceptual, los tres equipos responden de forma acertada las partes del nivel microscópico y simbólico de las reacciones químicas.

Ejercicio “Ecuaciones Cotidianas” (S10). Aunque la actividad es individual varios alumnos comentan al respecto de las actividades, en especial los hombres. Algunas de las mujeres comentan sus respuestas argumentando porque contestaron como lo hicieron, checan lo que escribieron y discuten al respecto. Pocas alumnas hacen modificaciones de lo que anotaron. Los alumnos ya habían trabajado anteriormente el balanceo algebraico, por lo que algunos resuelven así algunas de las actividades planteadas. En los últimos minutos de la sesión los alumnos contestan nuevamente la prueba diagnóstica. Al finalizar la sesión se le agradece a la docente y al grupo por haber participado en la realización de la UD.

5.2 BITÁCORA DE OBSERVACIONES DE LA APLICACIÓN DE LA UD EN LA ESCUELA SECUNDARIA DEL ESTADO “JOSÉ MARÍA LUIS MORA” TURNO VESPERTINO

Ejercicio “Caja Negra” (S01-02). El docente comienza aplicando la evaluación diagnóstica a los 24 alumnos presentes. Posteriormente el docente les explicó a los alumnos que los siguientes días trabajarían un tipo distinto de actividades en el aula y laboratorio, y comenzó a repartir las hojas del ejercicio de la “Caja Negra”. Se hace una lectura grupal de las indicaciones para las actividades. La mayor parte de los alumnos manipula la caja con cuidado, haciendo movimientos muy suaves de lado a lado, e inclinándola lentamente. En el equipo dos la única mujer es la que manipula la caja y comienza a responder las actividades ya que sus compañeros muestran poco interés y se ponen a platicar. En los equipos uno, tres, cuatro y cinco la interacción es palpable, así como la discusión respecto al contenido de la caja negra; algunos de ellos se ponen de acuerdo en cómo dibujar o representar la caja negra y su contenido. El equipo seis muestra mucha apatía al trabajo, aun cuando el docente platica con ellos al respecto y les va haciendo preguntas para que se pongan a trabajar, la mayor parte del tiempo solo están platicando y haciendo relajo entre

ellos, y algunos miembros del equipo cinco. Cuando deben hacer la explicación y argumentación del modelo que elaboraron, tanto el equipo dos como el seis se muestran reacios al trabajo e interacción entre los integrantes del equipo. Los equipos restantes se ponen a discutir y hacer consideraciones respecto al movimiento, material, "peso" y tamaño de los objetos al interior de la caja.

Durante la segunda sesión, en el equipo dos el trabajo sigue siendo preponderantemente hecho por la única mujer. Para poder tomar decisiones el equipo cinco hace votaciones para decidir que anotar en los cuestionamientos planteados en el ejercicio. A pesar de que el docente interactúa constantemente con cada uno de los equipos, se nota que casi todos alumnos del grupo tienen un problema muy marcado de comprensión lectora, que aunado a la falta de interés de los alumnos, lo cual dificulta de sobremanera que los estudiantes puedan ir resolviendo los cuestionamientos planteados en las actividades de este primer ejercicio. Para finalizar el ejercicio, el docente hizo su participación haciendo hincapié en la importancia del trabajo de los investigadores a través de modelos para lograr la abstracción de los conocimientos necesarios para comprender un fenómeno determinado.

Ejercicio "Clavos Oxidados" (S03). Nuevamente se hace la lectura grupal de las indicaciones así como de las actividades. Los alumnos van leyendo las actividades pero les cuesta entender que es lo que pretende la actividad aun cuando lean más de dos veces las indicaciones. Al momento de modelar los alumnos básicamente hacen representaciones macroscópicas a pesar de que las indicaciones especifican que se haga a nivel de partículas. Los modelos que realizan "representan" más a la superficie del clavo que a sus partículas, incluso algunos mencionan que no saben cómo hacer para modelar las partículas del clavo. La mayor parte de los alumnos no considera al oxígeno en su modelo inicial y tiene que modificarlo. A pesar de que el docente va revisando lo que hacen los alumnos, la mayoría de los hombres se pone a jugar, o bien, contestan las actividades de forma rápida sin dedicar tiempo a leer y comprender las indicaciones y cuestionamientos planteados en las actividades.

Ejercicio "Pastilla Efervescente" (S04). Al igual que en las sesiones anteriores se hace lectura grupal de las indicaciones así como de las actividades de ejercicio. Cuando

se realiza la reacción de efervescencia y se hace la parte en la que se retira el globo del sistema, pocos alumnos hacen comentarios respecto a lo que ocurrió, esperan a que algún compañero del equipo tome la batuta para responder las actividades. En algunos equipos prácticamente no hay discusión acerca de las similitudes entre el modelo del clavo oxidado y la efervescencia. Aunque el docente hace un seguimiento constante de los alumnos y su trabajo, pasando de equipo en equipo y apoyándolos para que no divaguen y los orienta para centrarse en las actividades y no pierdan tiempo para responder, la mayoría del tiempo los alumnos están platicando y dedican poco tiempo a discutir o pensar cómo responder cada cuestionamiento. De forma general, al grupo le cuesta seguir instrucciones, aunado al hecho de que son muy inquietos y realizan las actividades sin interés en la clase como tal.

Ejercicio “Precipitando Sustancias” (S05). Se trabaja con 24 alumnos en el laboratorio escolar. Cuando llevan a cabo la primera reacción de precipitación los alumnos se muestran emocionados e intrigados en lo que pasó. Todos los equipos realizan sus observaciones respecto a la diferencia entre el tubo puesto en agua caliente y el puesto en agua fría, aunque solo los equipos dos, tres y cuatro observan con mayor atención los tubos de ensayo y discuten acerca de las observaciones que hacen respecto a la precipitación del sólido amarillo que se formó. Tanto el equipo dos y tres observan de cerca los tubos buscando diferencias entre el precipitado del tubo que está en agua caliente con el que está en agua fría. El equipo cuatro también los observa de forma detallada, con diferencia de que ellas no retiran los tubos de los vasos de precipitados, los dejan ahí y se aproximan a la mesa de laboratorio. Los integrantes de estos equipos comentan que además de la diferencia de color en el precipitado, también se aprecia cómo la “coagulación” del polvo amarillo es distinta según la temperatura a la que esté. Al igual que en las sesiones anteriores, el grupo se muestra sumamente inquieto y ruidoso a pesar de que el docente vaya pasando a cada mesa de laboratorio, si él no está con su equipo se distraen con mucha facilidad y deja de trabajar.

Ejercicio “Manipulando Reacciones” (S06). Se hace la lectura grupal de las indicaciones y comienzan a trabajar con los materiales de las bolsas que se les proporcionaron. A pesar de que el docente hizo la lectura de las indicaciones de la actividad, varios alumnos de los equipos dos, cinco y seis tienen dudas de para qué

son los materiales que tienen a su disposición en sus mesas de laboratorio, debido a que desde que se les entregaron los materiales se pusieron a jugar con ellos y no prestaron atención a las instrucciones del docente. En el caso del equipo seis a pesar de que el docente se acercó a ellos en varias ocasiones para decirles que trabajaran, la mayor parte del tiempo sus integrantes estuvieron jugando con los materiales, por lo cual el modelo que presentaron está incompleto y confuso, ya que lo hicieron cuando los demás equipos ya estaban explicando su modelo.. El equipo dos aunque comenzó a modelar, después estuvieron platicando y terminaron su modelo a la carrera. El equipo tres empezó a hacer su modelo cuando quedaba muy poco tiempo disponible para terminarlo. El equipo cinco estuvo modelando por momentos y jugando al mismo tiempo, así su modelo también fue terminado a la carrera. Solo los equipos uno y cuatro dedicaron el tiempo a hacer su modelo, discutían acerca de cómo representar los elementos y las moléculas, aunque lo terminaron haciendo en una sola “estructura lineal”.

Ejercicio “Química en la Vida Real” (S07). Se hizo la lectura grupal de las indicaciones y de la primera actividad. Aunque se llevó a cabo la lectura de las indicaciones y el docentes dio indicaciones posteriores, la mayor parte del grupo no sabe qué hará en la primera actividad y con qué palabras completar la lectura planteada, debido a esto el docente anota los conceptos que deben de colocarse en los espacios vacíos en un orden aleatorio, y además coloca algunos más como distractores. A pesar de ello, es notorio en los alumnos una gran confusión acerca de lo que deben hacer y qué concepto va en qué espacio. Platicando posteriormente con el docente, él lo atribuye a un problema muy marcado de comprensión lectora con el que se ha encontrado con prácticamente todos los alumnos del grupo, el cual a pesar de aún presentarse de forma notoria, considera que al momento de la aplicación de la UD no es tan marcado como al inicio del ciclo escolar ya que ha “disminuido”. Los modelos que realizan los alumnos de los ejemplos de fenómenos físicos y químicos no son claros, y muchos de ellos están hechos a nivel macroscópico.

Ejercicio “Reacciones Simbolizadas” (S08-09-10). Se hace la lectura general de las indicaciones y de la primera actividad. Aunque el docente apoya a cada equipo explicándoles en que consiste la actividad, y se vuelve a hacer la lectura de la misma en tres ocasiones más, el principal problema para la actividad fue la comprensión de

la lectura y de lo que tenían que hacer. En el caso de los equipos cinco y seis a pesar de que el docente estuvo con ellos haciendo la lectura y explicándoles que hacer, después de los primeros 20 minutos de clase aún no habían comenzado a contestar la primera actividad, se muestran apáticos y solo platican entre ellos. Aunque el docente lleva un buen control del tiempo para la actividad, al igual que en las sesiones anteriores, tiene que dejar a un lado el tiempo de la actividad y explica en el pizarrón lo que los alumnos deben hacer en la primera actividad, explicando cómo deberían representar la reacción de oxidación del clavo de hierro con otro ejemplo, el cual modela y balancea. Sin embargo, a pesar de la explicación en el pizarrón a todo el grupo, el docente tuvo que ir pasando con cada equipo para volverles a explicar lo que tenían que hacer. Debido a la apatía de algunos alumnos, así como a la falta de comprensión de la lectura y de la actividad de todos los equipos, sólo se trabajó la actividad uno a pesar de que se debía llegar hasta la actividad cinco en dicha sesión. En la sesión nueve se empezó a trabajar desde la actividad dos en lugar de la actividad seis, la cual estaba programada como el inicio de la dicha sesión. Retomando las dificultades del grupo en la sesión anterior con la actividad uno, el docente repite la lectura acerca del rol de los coeficientes y subíndices en el balanceo de ecuaciones a nivel de partículas y a nivel simbólico. Sin embargo, a pesar de ello, nuevamente los alumnos avanzan a un ritmo muy lento y demasiado dubitativos respecto a lo que plasman en cada actividad. Desde mi perspectiva, me parece notorio que los alumnos no están acostumbrados a plasmar y redactar sus ideas, mucho menos a tener que justificar y argumentar sus puntos de vista, lo cual repercutió directamente en la resolución de las actividades planteadas en este ejercicio. Esta apreciación fue corroborada con el docente al término de la sesión.

Durante el desarrollo de la sesión nueve, el equipo seis continúa sin prestar atención a sus actividades y se la pasan platicando, jugando y molestando a otros compañeros del equipo cinco, debido a esto, el docente tuvo que retirar a dos alumnos del equipo seis y a tres del equipo cinco por estar discutiendo y casi agarrarse a golpes en el aula. Los alumnos restantes de este equipo revisan sus notas de matemáticas porque en la clase siguiente tenían examen. En la sesión diez los alumnos comienzan a trabajar la actividad seis, en la cual se quedaron en la sesión anterior. Debido al retraso que hay el docente acorta los tiempos destinados a cada actividad intentando comenzar el ejercicio ocho en esta sesión tal y como estaba programado. La mayoría de los equipos se muestra renuente a la discusión y socialización de ideas para resolver las actividades y terminan delegando su resolución en uno o dos

compañeros, o bien, tal y como hizo el equipo tres y seis optan por turnarse la resolución de las mismas. Hacia el final de la sesión, en los últimos diez minutos se comenzó el ejercicio ocho de trabajo individual, resolviendo únicamente la actividad uno referente a la fotosíntesis. Los alumnos muestran poca retentiva no solo a lo trabajado en las últimas sesiones, sino también en lo que el docente acaba de indicarles, ya que este tiene que dar instrucciones al grupo en más de tres ocasiones y aun así algunos alumnos preguntan qué es lo que tienen que hacer a pesar de “estar poniendo atención”.

Ejercicio “Ecuaciones Cotidianas” (S11). Se comienza con la segunda parte de la actividad uno, aunque el docente acaba de dar indicaciones los alumnos preguntan una y otra vez qué es lo que harán. De forma general, el grupo tiene un problema bastante fuerte de comprensión lectora, lo cual aunado a la apatía por su formación académica redundante en una baja comprensión de las actividades planteadas y trabajadas. A pesar de haber trabajado en las tres últimas sesiones el modelado de ecuaciones a nivel macro y microscópico, además de simbólico, los alumnos siguen confundiendo al realizar los modelados de la fotosíntesis y combustión que les solicitaba en las actividades dos y cuatro respectivamente. Hacia el final de la sesión los alumnos vuelven a responder la evaluación diagnóstica que presentaron en la primera sesión. Nuevamente los cinco alumnos que fueron retirados del aula en la sesión anterior fueron retirados del aula por cuestiones disciplinarias.

ANEXO SEIS

TABLAS DE RESULTADOS PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INDIVIDUALES ANALIZADAS

ANEXO 6.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PREVIA Y POSTERIOR DE LA ESCUELA SECUNDARIA DEL ESTADO “JOSÉ MARÍA LUIS MORA” TURNO VESPERTINO

Equipo	ALUMNO		PREVIA APLICACIÓN UD					POSTERIOR APLICACIÓN UD				
			P1	P2	P3	P4	Ok	P1	P2	P3	P4	Ok
UNO	01	MA	A	A	A	D	1	A	B	A	D	2
	02	CrAm	C	A	D	A	0	A	A	A	A	1
	03	YM	B	C	D	C	1	A	B	C	A	3
	04	CG	B	C	A	B	0	A	A	C	A	2
DOS	05	CaAl	C	A	B	B	0	---	---	---	---	---
	06	AL	A	A	C	B	2	C	A	B	A	0
	07	PD	---	---	---	---	---	C	A	C	D	1
	08	EA	A	A	D	C	2	---	---	---	---	---
	09	LD	B	A	A	A	0	---	---	---	---	---
TRES	10	SC	C	B	C	C	3	A	B	D	A	2
	11	JA	A	A	D	B	1	C	B	C	C	3
	12	MF	A	A	C	B	2	C	C	C	B	1
	13	C	A	C	B	B	1	A	C	C	A	2
CUATRO	14	AJ	A	A	C	B	2	A	A	B	A	1
	15	LY	---	---	---	---	---	A	A	D	A	1
	16	LR	B	B	B	B	1	B	B	C	D	2
	17	DE	B	D	B	B	0	A	A	C	A	2
	18	E	C	A	C	B	1	C	A	C	C	2
CINCO	19	OA	B	A	B	C	1	A	A	C	D	2
	20	M	B	A	B	B	0	A	A	C	C	3
	21	M	B	C	A	C	1	B	A	B	C	1
	22	O	A	A	D	C	2	A	A	C	D	2
	23	JA	B	A	B	C	1	C	B	B	B	1
SEIS	24	A	B	C	B	A	0	A	A	D	D	1
	25	ChAl	B	B	D	D	1	---	---	---	---	---
	26	AG	A	A	A	C	2	B	C	B	C	1
	27	BA	B	D	A	D	0	---	---	---	---	---
CANTIDAD DE ACIERTOS			9	3	5	8		13	6	12	5	
MEJORÍA EN SUS RESPUESTAS		IGUAL NÚMERO DE ACIERTOS			DISMINUYÓ SUS ACIERTOS			SIN PUNTO PREVIO O FINAL DE COMPARACIÓN				

ANEXO 6.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PREVIA Y POSTERIOR DEL COLEGIO BILINGÜE “EMILIO ROSENBLUETH”

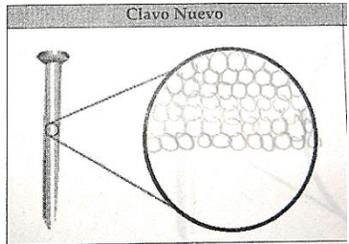
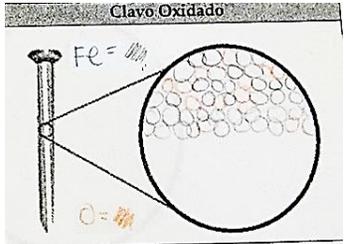
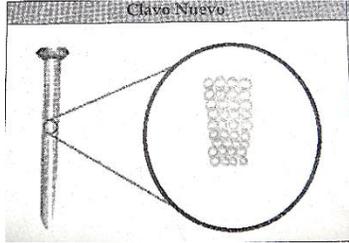
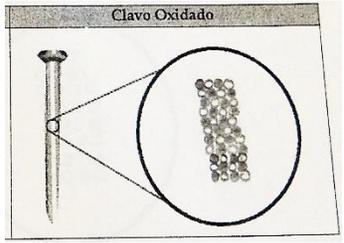
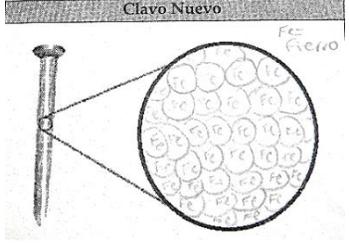
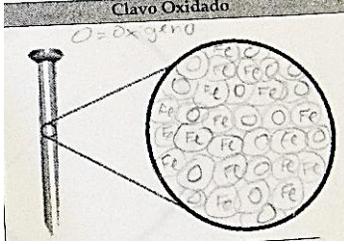
Equipo	ALUMNO		PREVIA A LA UD					POSTERIOR A LA UD				
			P1	P2	P3	P4	Ok	P1	P2	P3	P4	Ok
UNO	01	Jaq	C	B	C	B	2	B	B	C	A	2
	02	AL	B	C	C	C	2	A	B	C	A	3
	03	D	A	A	A	D	1	A	A	C	C	3
	04	G	B	A	C	A	1	A	A	C	A	2
	05	Ad	B	A	A	A	0	A	A	C	C	3
DOS	06	Al	B	A	C	D	1	C	A	C	C	2
	07	F	B	A	A	B	0	B	B	A	B	1
	08	V	C	A	C	B	1	B	A	A	B	0
	09	D	B	A	C	C	2	C	B	C	C	3
	10	Ai	---	---	---	---	---	A	A	C	C	3
TRES	11	Jai	A	A	C	A	2	B	B	C	C	3
	12	I	B	A	D	A	0	B	A	C	C	2
	13	R	C	B	D	C	2	C	B	B	C	2
	14	M	A	A	A	A	1	C	D	C	C	2
	15	VE	C	A	C	D	1	A	B	C	C	4
CANTIDAD DE ACIERTOS			3	2	8	3		6	7	12	10	
MEJORÍA EN SUS RESPUESTAS		IGUAL NÚMERO DE ACIERTOS		DISMINUYÓ SUS ACIERTOS		SIN PUNTO PREVIO O FINAL DE COMPARACIÓN						

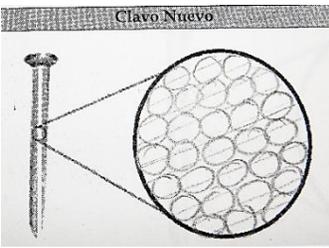
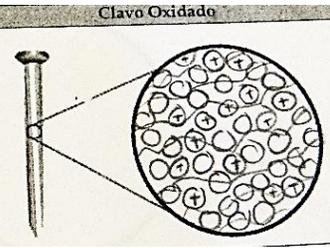
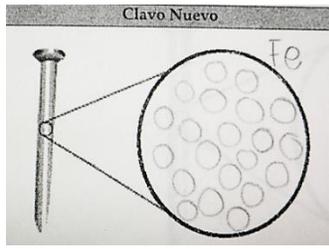
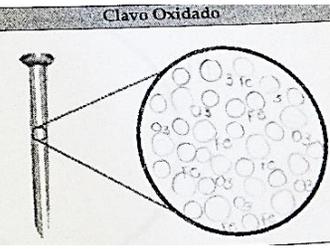
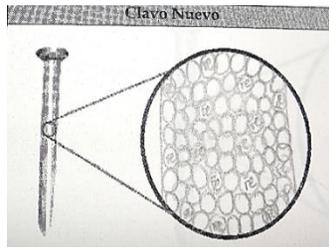
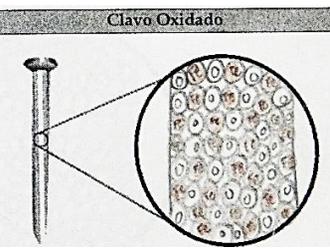
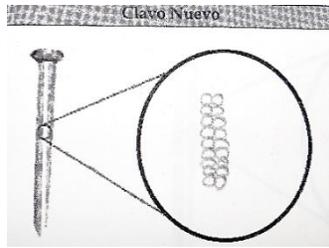
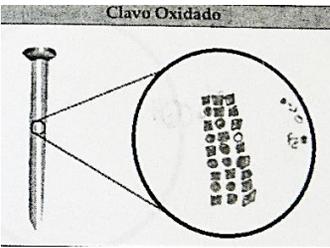
**ANEXO 6.3 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD UNO
DEL “EJERCICIO DOS: CLAVO OXIDADO”**

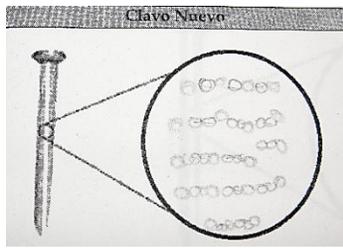
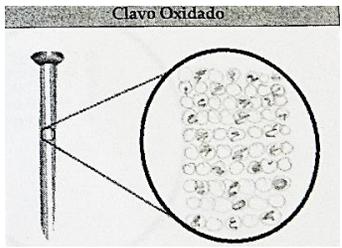
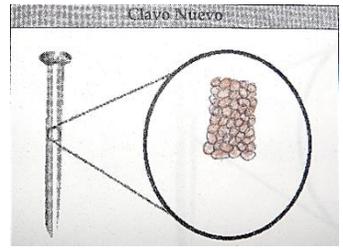
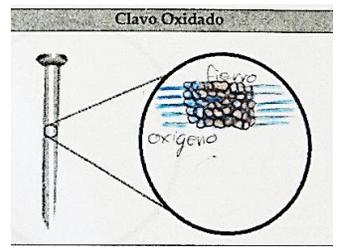
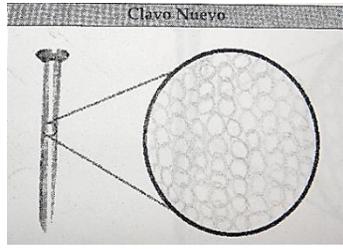
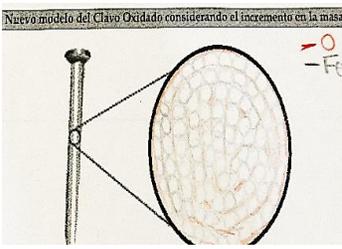
	A1	Sobre los cambios	Sobre cómo los explican
1	Por la oxidación un clavo cambia de color, se ve más viejo que el otro, está manchado de color café. El óxido hace que comience a mancharse un clavo.	Cambio de color Manchas	El óxido es una sustancia externa que ‘le hace algo’ al clavo
2	El clavo oxidado está todo “naranja” y aplastado, y es más chiquito en la parte de arriba. La oxidación del clavo, <i>yo creo</i> que se debe al uso, al paso del tiempo y tal vez porque se mojó.	Cambio de color Cambio de tamaño	La oxidación se debe a factores ambientales (uso, tiempo, agua)
3	El clavo se oxidó y eso le generó manchas y más cosas gracias al oxígeno, en cambio el otro no. El oxidado está sucio, tiene manchas cafés, es rugoso, <i>las moléculas cambiaron con el oxígeno.</i>	Manchas	Se oxida por el oxígeno. Las moléculas cambian por el oxígeno
4	Al clavo oxidado le ocurrió la corrosión del metal, es café con amarillo, está feo, tiene textura diferente al nuevo. Se debe a que no lo cuidaron.	Cambio de color Cambio de textura	Sufrió corrosión por descuido
5	Por la humedad el clavo se oxidó y se puso café, se nota que es viejo.	Cambio de color	Se oxida por la humedad
6	El clavo oxidado suelta “tierrita” porque se está oxidando. El aire, al irlo corroyendo, lo cambió de color gris a café.	Cambio de color Cambio de textura	Se corroe / oxida por el aire
7	El clavo oxidado tiene un color café, casi no pesa, se está desmoronando.	Cambio de color Cambio de textura	No hay razones
8	El clavo oxidado se ve más viejo y no se ve tan resistente, tiene un olor desagradable.	Cambio de textura Cambio de olor	No hay razones
9	El oxidado estuvo expuesto a un material capaz de oxidarlo, está corroído y su textura es diferente. Con la oxidación cambió la mayoría de su cuerpo a naranja y café, y opaco su brillo.	Cambio de color Cambio de textura	Un material externo lo oxida
10	NO ASISTIÓ A CLASE ESE DÍA	NO SE CONSIDERA	
11	NO ASISTIÓ A CLASE ESE DÍA	NO SE CONSIDERA	
12	NO ASISTIÓ A CLASE ESE DÍA	NO SE CONSIDERA	
13	En el clavo oxidado “se perdió parte del metal en la oxidación y por eso pesa más”. Se le mete oxígeno.	----	Se pierde metal porque entró oxígeno y pesa más
14	Cuando el oxígeno entra al clavo lo oxida, cambiando su color y textura debido a que ya no es el mismo metal puro y limpio.	Cambio de color Cambio de textura	El oxígeno se introduce al metal cambiándolo

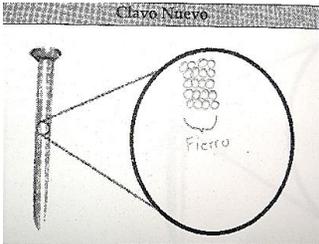
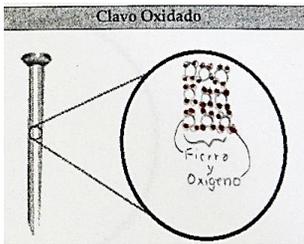
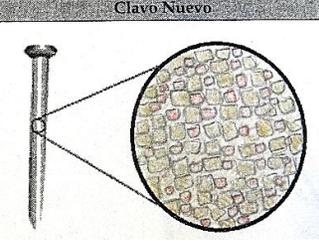
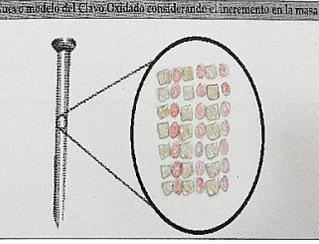
15	El clavo oxidado es muy viejo o ha pasado por algún proceso en el que se oxidó. El metal del clavo oxidado se corroyó. Está "sucio" por su oxidación.	Cambio de color	Un proceso por el que se oxidó.
----	---	-----------------	---------------------------------

ANEXO 6.4 RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES TRES Y CUATRO DEL “EJERCICIO DOS: CLAVO OXIDADO”

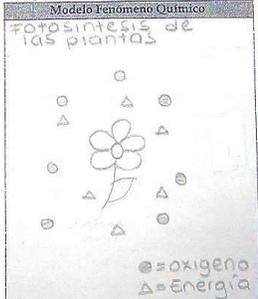
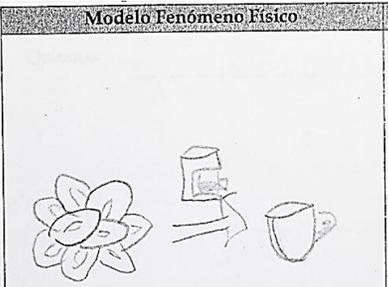
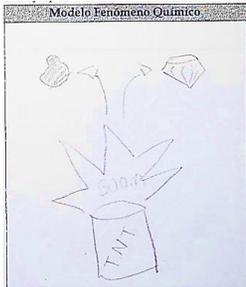
	A3y4		Consideraciones sobre su modelo de clavo oxidado		
	Respuesta proporcionada	Modelo Clavo Nuevo (A2)	Modelo Clavo Oxidado considerando la masa (A2)	Permite explicar el aumento de la masa en el clavo oxidado.	Representa la formación de nuevas sustancias
1	Sí, porque se añaden otras partículas que hacen que se vuelva más pesado el clavo. Tomé en cuenta el oxígeno.			Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula , pero no demuestra un cambio en la materia presente.	El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.
2	Sí, porque se le agregan más partículas pero diferentes. En mi modelo si se presenta la participación del oxígeno en la oxidación.			Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula , pero no demuestra un cambio en la materia presente.	El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.
3	Sí, porque los dos tienen las mismas partículas, pero el oxidado <i>tiene más partículas</i> de oxígeno.			Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula , pero no demuestra un cambio en la materia presente.	El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.

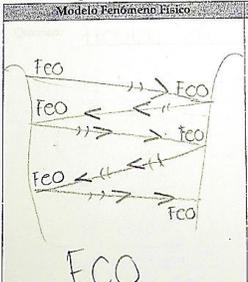
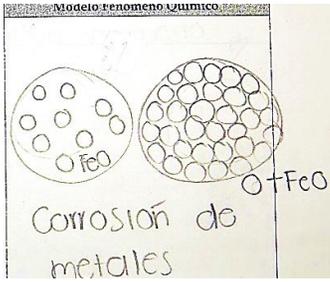
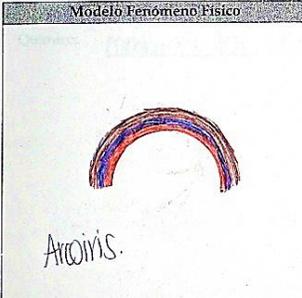
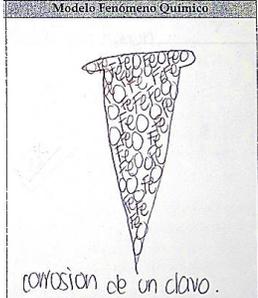
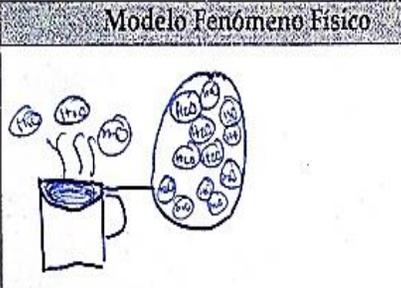
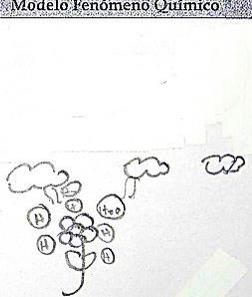
4	Sí, porque se puede observar que, como tiene más oxígeno, todas las partículas se mueven y se separan más de lo común.	 <p>Clavo Nuevo</p>	 <p>Clavo Oxidado</p>	Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como “sustancia o presencia gaseosa” , pero no demuestra un cambio en la materia presente.	El acomodo de las partículas es azaroso, sin indicios de formación de nuevas sustancias , denota la presencia de otra sustancia y separación en las partículas .
5	Sí, en el primero solo hay hierro pero en el del clavo oxidado entra el oxígeno y eso hace que haya más átomos, y eso hace que aumente la masa.	 <p>Clavo Nuevo</p>	 <p>Clavo Oxidado</p>	Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como “sustancia o presencia gaseosa” , pero no demuestra un cambio en la materia presente.	El acomodo de las partículas es azaroso, sin indicios de formación de nuevas sustancias , denota la presencia de otra sustancia y separación en las partículas .
6	No, porque no sabía que se agregaba masa, pensé que sólo se sustituían; pero ahora sí sé que se aumenta la masa	 <p>Clavo Nuevo</p>	 <p>Clavo Oxidado</p>	Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula , pero no demuestra un cambio en la materia presente.	El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.
7	Sí, ya que representé que el oxígeno está combinado con las partículas de hierro y esto da a expresar que el oxígeno está conviviendo con estas partículas.	 <p>Clavo Nuevo</p>	 <p>Clavo Oxidado</p>	Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula , pero no demuestra un cambio en la materia presente.	El acomodo de las partículas es azaroso, sin indicios de formación de nuevas sustancias , denota la presencia de otra sustancia y separación en las partículas .

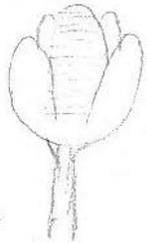
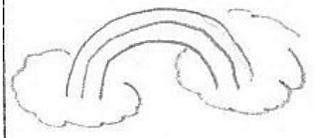
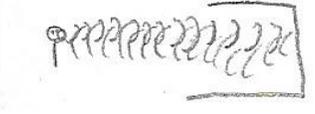
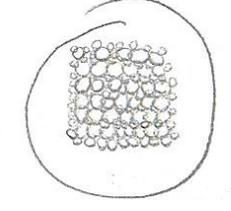
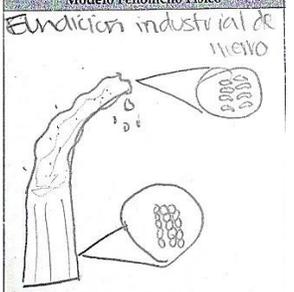
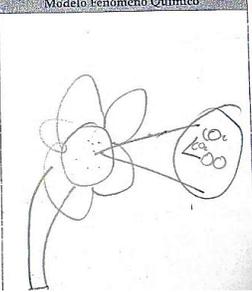
8	Sí, ya que se agregan otras partículas las cuales permiten que se oxide y cambie su "compostura" (composición), aunque no consideré las partículas de agua.	 <p>Clavo Nuevo</p>	 <p>Clavo Oxidado</p>	<p>Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula, pero no demuestra un cambio en la materia presente.</p>	<p>El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.</p>
9	Sí, porque tiene partículas que están chocando con el hierro del clavo, y se están tomando en cuenta más puntos.	 <p>Clavo Nuevo</p>	 <p>Clavo Oxidado</p>	<p>Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula y como "sustancia o presencia gaseosa", pero no demuestra un cambio en la materia presente.</p>	<p>El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.</p>
10	NO ASISTIÓ A CLASE	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA
11	NO ASISTIÓ A CLASE	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA
12	NO ASISTIÓ A CLASE	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA	NO SE CONSIDERA
13	No demuestra el incremento de la masa, solo explica cómo a los átomos de hierro se les "mete moléculas" de oxígeno.	 <p>Clavo Nuevo</p>	 <p>Nuevo modelo del Clavo Oxidado considerando el incremento en la masa</p>	<p>Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como "sustancia o presencia gaseosa", pero no demuestra un cambio en la materia presente.</p>	<p>El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.</p>

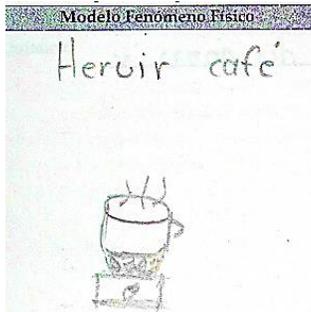
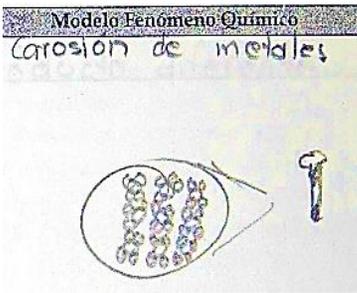
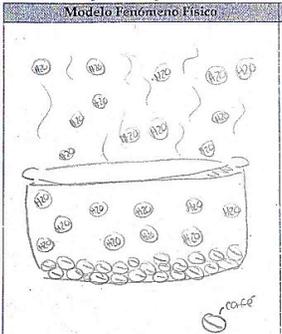
14	<p>Sí y no. Sí, en efecto muestra que hay más elementos, como sabemos esos elementos tienen un peso determinado. Con el puro modelo no se sabría el peso del clavo, pero se aprecia que puede pesar más.</p>			<p>Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula generando cambio en la estructura de la materia presente.</p>	<p>El acomodo de las partículas muestra cambios en la estructura de la materia y formación de sustancias nuevas.</p>
15	<p>Sí, porque dibujé moléculas de oxígeno alrededor del metal. Teniendo en cuenta el concepto de oxidación de metales.</p>			<p>Permite explicar el incremento de masa ya que muestra la presencia del oxígeno como partícula, pero no demuestra un cambio en la materia presente.</p>	<p>El acomodo de las partículas es azaroso y sin indicios de formación de nuevas sustancias como resultado del cambio químico, solo denota la presencia de otra sustancia.</p>

ANEXO 6.5 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD TRES DEL “EJERCICIO SEIS: QUÍMICA EN LA VIDA REAL”

A3				
	Modelo Fenómeno Físico	Modela a nivel de partículas	Modelo Fenómeno Químico	Modela a nivel de partículas
1	NO ASISTIÓ A CLASE ESE DÍA	NO SE CONSIDERA	NO ASISTIÓ A CLASE ESE DÍA	NO SE CONSIDERA
2		<p>Eligió un fenómeno adecuado (poner a hervir café).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro modela el café en estado líquido, y a nivel microscópico las partículas de agua en el vapor arriba de la taza.</p>		<p>Eligió un fenómeno adecuado (proceso de fotosíntesis en plantas).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro modela una flor, y a nivel microscópico representa partículas de oxígeno y simbólicamente a la energía.</p>
3		<p>Eligió un fenómeno adecuado (poner a hervir café).</p> <p>Presenta un modelo macroscópico del fenómeno escogido. Modeló granos de café, un empaque de café, así como una taza.</p>		<p>NO eligió un fenómeno adecuado (formación de diamantes).</p> <p>Presenta un modelo macroscópico del fenómeno escogido. Modeló un trozo de carbón, que después de hacerlo explotar con TNT se convirtió en diamante.</p>
4	NO ASISTIÓ A CLASE ESE DÍA	NO SE CONSIDERA	NO ASISTIÓ A CLASE ESE DÍA	NO SE CONSIDERA

5		<p>Eligió un fenómeno adecuado (eco de los sonidos).</p> <p>Presenta un modelo mixto del fenómeno escogido. A nivel macro modela que el sonido se desplaza y rebota entre dos superficies, y a nivel micro modela el “movimiento” y “trayectoria” del <i>eco</i> producido.</p>		<p>Elige un fenómeno adecuado (corrosión de los metales).</p> <p>Presenta un modelo microscópico del fenómeno escogido. Modela dos visiones microscópicas, una de partículas de hierro separadas; y otra de hierro con partículas de oxígeno, aunque no las diferencia entre sí.</p>
6		<p>Eligió un fenómeno adecuado (formación del arcoíris).</p> <p>Presenta un modelo macroscópico del fenómeno escogido. Modeló un arco de tres colores.</p>		<p>Elige un fenómeno adecuado (corrosión de los metales).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro modela un clavo, y a nivel micro las partículas de hierro y oxígeno ordenadas de forma aleatoria.</p>
7		<p>Eligió un fenómeno adecuado (poner a hervir café).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro modela una taza con café y vapor de agua, y a nivel de partículas agua que se va separando entre sí al evaporarse.</p>		<p>Eligió un fenómeno adecuado (proceso de fotosíntesis en plantas).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro una flor y algunas nubes, y a nivel de partículas hidrógeno y agua.</p>

8	<p>Modelo Fenómeno Físico</p> 	<p>NO eligió un fenómeno adecuado (fotosíntesis).</p> <p>Presenta un modelo macroscópico del fenómeno escogido. Únicamente modeló una flor, sin hacer indicación alguna del proceso de fotosíntesis.</p>	<p>Modelo Fenómeno Químico</p> 	<p>NO eligió un fenómeno adecuado (formación del arcoíris).</p> <p>Presenta un modelo macroscópico del fenómeno escogido. Modeló un arco de tres líneas entre dos nubes.</p>
9	SIMILAR AL ALUMNO CINCO	NO SE CONSIDERA	SIMILAR AL ALUMNO DOS	NO SE CONSIDERA
10	SIMILAR AL ALUMNO CINCO	NO SE CONSIDERA	SIMILAR AL ALUMNO CINCO	NO SE CONSIDERA
11	SIMILAR AL ALUMNO DOS	NO SE CONSIDERA	SIMILAR AL ALUMNO DOS	NO SE CONSIDERA
12	<p>Modelo Fenómeno Físico</p> <p>Eco por los sonidos</p> 	<p>Eligió un fenómeno adecuado (eco de los sonidos).</p> <p>Presenta un modelo macroscópico del fenómeno escogido. Modela cómo el sonido se "desplaza" como ondas y "rebota" en una superficie, y regresa para generar eco.</p>	<p>Modelo Fenómeno Químico</p> <p>Corrosión de metales</p> 	<p>Elige un fenómeno adecuado (corrosión de los metales).</p> <p>Presenta un modelo microscópico del fenómeno escogido. Modela el interior de un metal, el cual está conformado por partículas de dos tamaños diferentes (la mayor rodeada por cuatro pequeñas).</p>
13	<p>Modelo Fenómeno Físico</p> <p>Fundición industrial de metales</p> 	<p>Eligió un fenómeno adecuado (fundición industrial de metales).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro un trozo de metal, y a nivel micro partículas unidas, que al fundirse se separan y aumentan de tamaño.</p>	<p>Modelo Fenómeno Químico</p> 	<p>Eligió un fenómeno adecuado (proceso de fotosíntesis en plantas).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro una flor, y a nivel microscópico indica que en el</p>

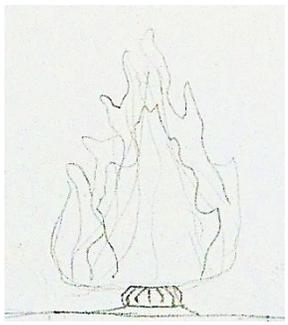
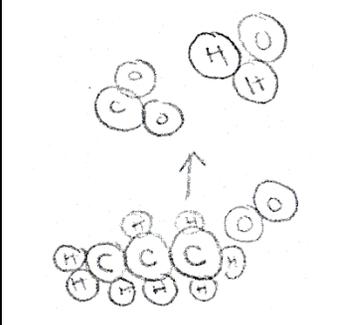
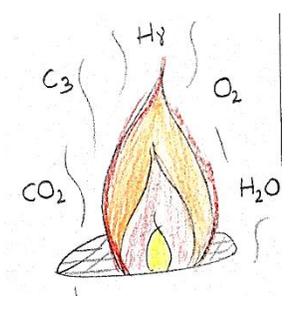
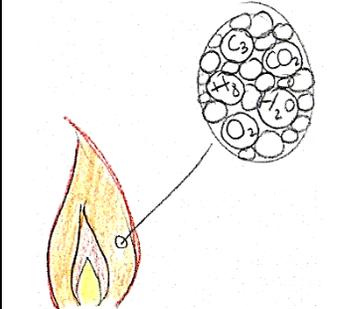
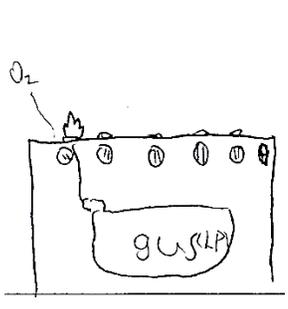
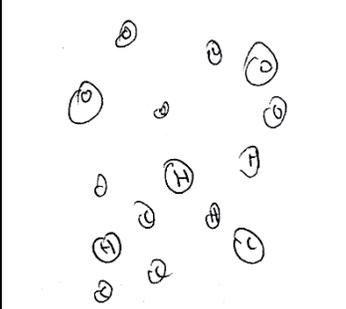
				interior de la flor se encuentra el oxígeno y el dióxido de carbono.
14		<p>Eligió un fenómeno adecuado (poner a hervir café).</p> <p>Presenta un modelo macroscópico del fenómeno escogido. Modeló una hornilla o quemador, así como las flamas que salen del mismo para calentar un recipiente del que se está desprendiendo vapor.</p>		<p>Elige un fenómeno adecuado (corrosión de los metales).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro un clavo, y a nivel micro partículas de tamaños diferentes y distanciadas (la mayor rodeada por cuatro chicas).</p>
15		<p>Eligió un fenómeno adecuado (poner a hervir café).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. A nivel macro un recipiente, vapor de agua y granos de café. A nivel microscópico, partículas de agua que se van desprendiendo de la bebida como vapor.</p>		<p>Elige un fenómeno adecuado (corrosión de los metales).</p> <p>Presenta un modelo mixto en el que combina las perspectivas microscópica y macroscópica del fenómeno escogido. Modela macroscópicamente un clavo, que a nivel microscópico está conformado por partículas de hierro y oxígeno organizados aleatoriamente.</p>

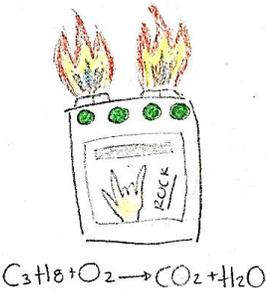
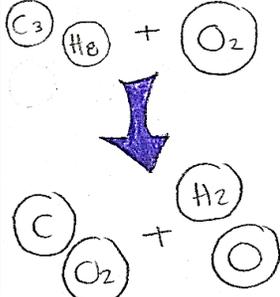
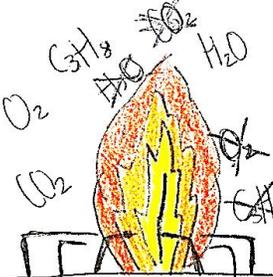
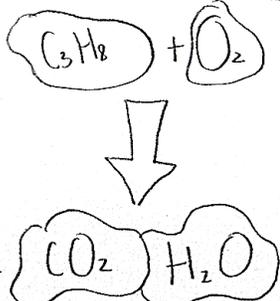
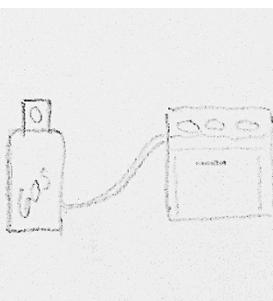
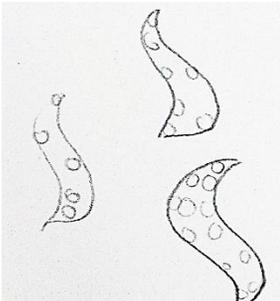
**ANEXO 6.6 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD CINCO DEL “EJERCICIO SEIS:
QUÍMICA EN LA VIDA REAL”**

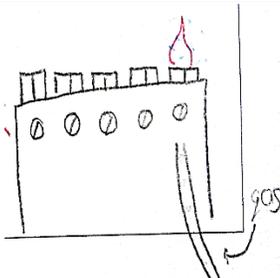
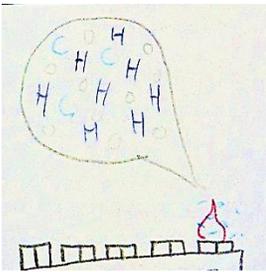
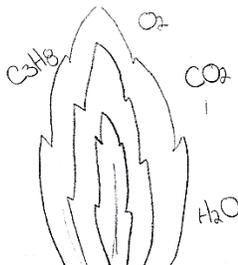
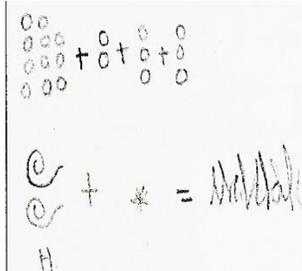
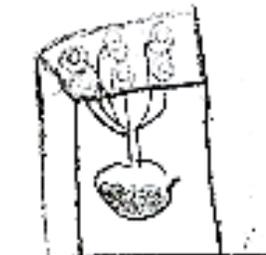
A5				
	Definición Fenómeno Físico	Sobre cómo lo define	Definición Fenómeno Químico	Sobre cómo lo define
1	NO ASISTIÓ A CLASE	NO SE CONSIDERA	NO ASISTIÓ A CLASE	NO SE CONSIDERA
2	Es cuando las partículas siguen igual pero la composición puede variar. Los físicos no cambian o se transforman.	<ul style="list-style-type: none"> • Las partículas no cambian. • Hay cambio en la estructura. 	Reacción que se transforma al juntar dos sustancias. Los químicos se cambian o transforman.	<ul style="list-style-type: none"> • Las sustancias se transforman. • La composición de la materia se modifica. • Se necesita la presencia de más de una sustancia.
3	Aumenta o cambia su masa, aumenta o cambia su estado.	<ul style="list-style-type: none"> • Hay cambio en el estado de agregación. 	Cambia las partículas por otras, aumenta o cambia su reacción y partículas.	<ul style="list-style-type: none"> • Las partículas cambian o se transforman. • La composición de la materia se modifica.
4	NO ASISTIÓ A CLASE	NO SE CONSIDERA	NO ASISTIÓ A CLASE	NO SE CONSIDERA
5	Los elementos que participan no cambian, solo su forma, tamaño, color, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Los elementos no cambian. 	Los elementos que participan cambian, se transforman las partículas en algún compuesto.	<ul style="list-style-type: none"> • Los elementos cambian. • Las partículas cambian o se transforman. • La composición de la materia se modifica.
6	Se cambia de forma, tamaño, color, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Cambian sus características. 	Cambia la composición de las cosas, los elementos que tienen.	<ul style="list-style-type: none"> • La composición de la materia se modifica. • Los elementos cambian.
7	La composición no cambia pero su físico sí.	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cambio en la composición. • Cambian sus características. 	Cambia el contenido de una materia, es decir, se transforma. Sus partículas cambian o se agregan a otras.	<ul style="list-style-type: none"> • La composición de la materia se modifica. • Las partículas cambian o se transforman. • Las partículas se combinan.
8	Es aquel en el que no se necesitan sustancias.	<ul style="list-style-type: none"> • No se necesitan sustancias de más para que ocurra. 	Se necesitan dos para cambiar algo.	<ul style="list-style-type: none"> • Las sustancias se transforman.

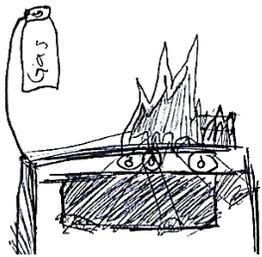
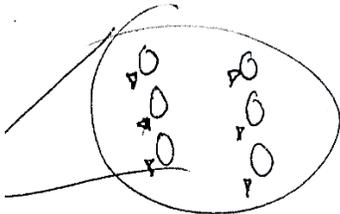
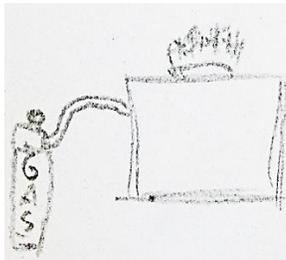
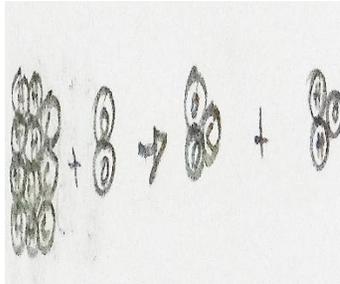
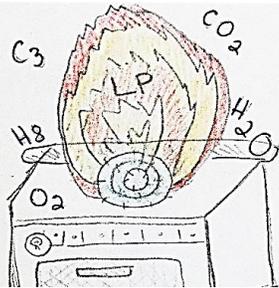
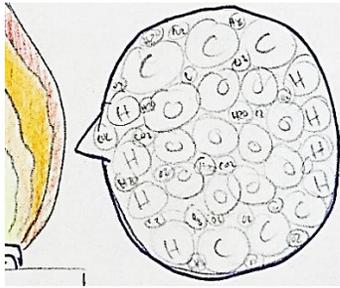
9	No se necesitan dos sustancias, por ejemplo el cambio de estado.	<ul style="list-style-type: none"> • No se necesitan sustancias de más para que ocurra. 	Se necesita más de una sustancia. Es causado por varias sustancias.	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesita la presencia de más de una sustancia.
10	Cambian cosas que puedes ver, como el color, textura o tamaño.	<ul style="list-style-type: none"> • El cambio es visible. • Cambian sus características. 	Cambia su composición o elementos.	<ul style="list-style-type: none"> • La composición de la materia se modifica. • Los elementos cambian.
11	RESPUESTA IGUAL AL ALUMNO DOS.	NO SE CONSIDERA	RESPUESTA IGUAL AL ALUMNO DOS	NO SE CONSIDERA
12	Las partículas no se combinan, solo agarran otra formación (estructura).	<ul style="list-style-type: none"> • Las partículas no se combinan. • Hay cambio en la estructura. 	Se combinan varias partículas para formar otra composición.	<ul style="list-style-type: none"> • Las partículas se combinan. • La composición de la materia se modifica.
13	El cambio se ve a simple vista.	<ul style="list-style-type: none"> • El cambio es visible. 	No se ve el cambio a simple vista, es algo interno.	<ul style="list-style-type: none"> • El cambio no es visible, es interno.
14	Siguen siendo las mismas partículas, puede variar el estado de agregación y estructura.	<ul style="list-style-type: none"> • Las partículas no cambian. • Hay cambio en el estado de agregación. • Hay cambio en la estructura. 	Hay dos o más sustancias que reaccionan y crean un producto nuevo y diferente.	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesita la presencia de más de una sustancia. • Existen reactivos que se transforman en productos. • La composición de la materia se modifica.
15	Hay solo un cambio de estado de agregación, se mantienen las partículas.	<ul style="list-style-type: none"> • Hay cambio en el estado de agregación. • Las partículas no cambian. 	Existen reactivos, que pueden ser compuestos, partículas o moléculas que cambian y se transforman en productos.	<ul style="list-style-type: none"> • Los compuestos cambian o se transforman. • Las partículas cambian o se transforman. • Existen reactivos que se transforman en productos. • La composición de la materia se modifica.

ANEXO 6.7 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD TRES DEL “EJERCICIO OCHO: ECUACIONES COTIDIANAS”

A3				
	Modelo macroscópico de la combustión del gas LP		Modelo microscópico de la combustión del gas LP	
1		Modela a nivel macroscópico la flama, no utiliza el nivel de partículas.		Modela a nivel de partículas la ecuación, indicando la estructura molecular de cada sustancia participante.
2		Modela de forma mixta, a nivel macroscópico modela la flama y a nivel de partículas indica las sustancias participantes alrededor de la flama como gases.		Modela de forma mixta, macroscópicamente modela la flama y a nivel de partículas engloba las sustancias en círculos.
3		Modela de forma mixta, a nivel macro modela una estufa y la flama, mientras que a nivel de partículas indica la presencia del oxígeno.		Modela a nivel de partículas los elementos de forma individual los elementos participantes en la reacción, sin vínculo entre sí y no como sustancias.

4	 <p>$C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$</p>	<p>Modela de forma mixta, a nivel macroscópico modela la estufa y la flama, mientras que a nivel de partículas indica la ecuación química.</p>		<p>Modela a nivel de partículas individualmente los elementos de cada sustancia como si fuera una ecuación.</p>
5	SIMILAR AL DEL ALUMNO CUATRO	NO SE CONSIDERA	SIMILAR AL DEL ALUMNO CUATRO	NO SE CONSIDERA
6		<p>Modela de forma mixta, a nivel macroscópico modela la flama y a nivel de partículas indica las sustancias participantes alrededor de la flama como gases.</p>		<p>Modela a nivel de partículas las sustancias participantes como si fuera una ecuación.</p>
7	SIMILAR AL DEL ALUMNO DOS	NO SE CONSIDERA	SIMILAR AL DEL ALUMNO DOS	NO SE CONSIDERA
8		<p>Modela a nivel macroscópico la estufa y el tanque de gas, no utiliza el nivel de partículas.</p>		<p>Modela de forma mixta, macroscópicamente modela la flama indicando a nivel de partículas la presencia de estas en el interior de las flamas.</p>

9		<p>Modela a nivel macroscópico la flama en la estufa y la conexión de gas, no utiliza el nivel de partículas.</p>		<p>Modela de forma mixta, macroscópicamente modela la flama y a nivel de partículas indica los elementos participantes en la reacción pero sin relación entre ellos.</p>
10		<p>Modela de forma mixta, a nivel macroscópico modela la flama y a nivel de partículas indica las sustancias participantes alrededor de la flama como gases.</p>	<p>MODELO SIMILAR AL DEL ALUMNO CUATRO</p>	<p>NO SE CONSIDERA</p>
11	<p>MODELO SIMILAR AL DEL ALUMNO OCHO</p>	<p>NO SE CONSIDERA</p>		<p>Modela a nivel de partículas sin diferenciar el tipo o tamaño de las mismas.</p>
12		<p>Modela a nivel macroscópico la estufa, no utiliza el nivel de partículas.</p>		<p>Modela a nivel de partículas una ecuación sin diferenciar el tipo o tamaño de partícula.</p>

13		<p>Modela a nivel macroscópico la flama en la estufa y el tanque de gas, no utiliza el nivel de partículas.</p>		<p>Modela a nivel de partículas sin diferenciar el tipo o tamaño de las mismas.</p>
14		<p>Modela a nivel macroscópico la flama en la estufa y el tanque de gas, no utiliza el nivel de partículas.</p>		<p>Modela a nivel de partículas la ecuación, indicando la estructura molecular de cada sustancia participante.</p>
15		<p>Modela de forma mixta, a nivel macroscópico modela la flama y a nivel de partículas indica las sustancias participantes alrededor de la flama como gases.</p>		<p>Modela de forma mixta, macroscópicamente modela la flama y a nivel de partículas engloba las sustancias en círculos.</p>

**ANEXO 6.8 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD CINCO DEL “EJERCICIO OCHO:
ECUACIONES COTIDIANAS”**

A5		
	RESPUESTA PROPORCIONADA	Sobre su valoración acerca de la utilidad de los modelos
1	Me ha ayudado a comprender ya que es más entendible gracias a los modelos, que explican reacciones y transformaciones de una manera más sencilla.	Los modelos hacen más entendibles las reacciones. Los modelos explican de forma más sencilla las cosas.
2	El uso de modelos ayuda comprender más porque puedo ver más fácil cómo serían las reacciones químicas y el producto que hacen, al igual que veo las partículas.	Los modelos permiten “ver las reacciones”. Los modelos permiten “ver las partículas”.
3	Me ayudó a comprender mucho porque pensé que nada más movías la palanca sacaba chispa y ya, pero no, ahora sé que tiene un proceso químico y más complicado que solo encenderlo.	Los modelos ayudan a comprender los procesos químicos.
4	Los modelos te ayudan muchísimo más que una ecuación química, ya que como lo puedes ver a simple vista pues es más sencillo que ver todos los números sin saber qué es, y con el modelo ya sabrás qué es.	Los modelos permiten “ver las reacciones”. Los modelos ayudan más que las ecuaciones químicas.
5	Para mí es mucho más fácil entender un modelo, ya que está muy explicado y a simple vista se puede entender lo que pasa en una reacción química.	Los modelos permiten “ver las reacciones”. Los modelos ayudan a comprender los procesos químicos.
6	Porque yo personalmente aprendo visualmente, entonces se me hace más fácil entender algunos temas así.	Los modelos ayudan a visualizar mejor las cosas.
7	Me ayudaron ya que con los modelos me daba cuenta en cómo se hacen las reacciones químicas y darme cuenta más fácil cómo es el mecanismo de la fotosíntesis, y qué contiene la llama ya que antes no sabía cómo y qué tenía las llamas.	Los modelos ayudan a comprender los procesos químicos.
8	Me ayudaron a comprender y a facilitarme como trabajar y a hacerlo más sencillo.	Los modelos explican de forma más sencilla las cosas.
9	El uso de los modelos me ayudó a comprender todo mejor, pues al verlo lo analizo mejor.	Los modelos ayudan a visualizar mejor las cosas. Los modelos ayudan a comprender mejor las cosas.
10	Porque en un modelo es más sencillo comprender ya que es con dibujos y todo te lo explica mejor (es más fácil para la vista) y sólo la ecuación es más confusa.	Los modelos explican de forma más sencilla las cosas. Los modelos ayudan más que las ecuaciones químicas.

11	El uso de los modelos me facilitó cómo un apoyo visual para comprender mejor las reacciones y poder modelar cosas que son imposibles de ver a simple vista.	Los modelos hacen más entendibles las reacciones. Los modelos ayudan a visualizar mejor las cosas.
12	Con el uso de modelos supe la cantidad de moléculas que estaban reaccionando entre sí y supe cómo se le hacía para que reaccionaran.	Los modelos te permiten visualizar cantidades. Los modelos ayudan a comprender los procesos químicos.
13	Con ellos podemos ver lo que pasa y relacionarlo para poder entenderlo, de esa manera es más divertido.	Los modelos ayudan a visualizar mejor las cosas. Los modelos te permiten relacionar las cosas. Los modelos son divertidos.
14	Ayuda a especificar cosas que no vemos, como qué pasa cuando la flama de la estufa está prendida, y con el modelo sabemos que elementos se involucran para que ocurra ese evento.	Los modelos ayudan a visualizar mejor las cosas. Los modelos ayudan a comprender los procesos químicos.
15	Con los modelos pude comprender mejor las reacciones químicas, porque son situaciones que suceden en la vida cotidiana, de esta manera es más fácil comprender algo que no podemos ver.	Los modelos hacen más entendibles las reacciones. Los modelos ayudan a comprender la vida cotidiana. Los modelos ayudan a visualizar mejor las cosas.

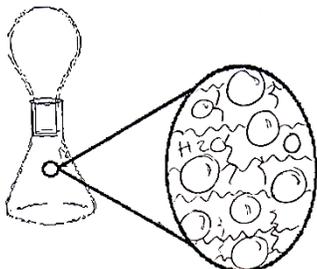
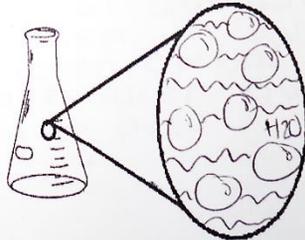
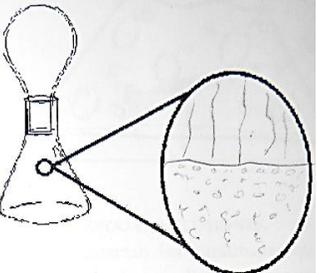
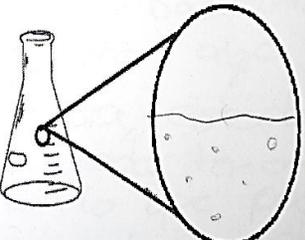
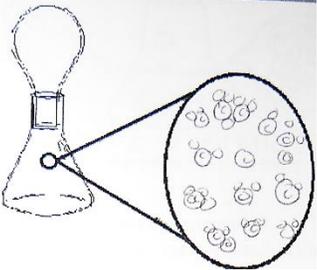
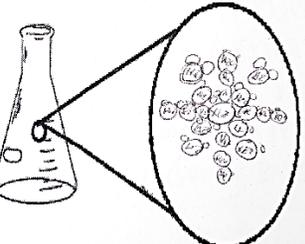
ANEXO SIETE

TABLAS DE RESULTADOS PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANALIZADAS POR EQUIPO

**ANEXO 7.1 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD CUATRO DEL “EJERCICIO UNO:
CAJA NEGRA”**

E1 - A4		
	RESPUESTA PROPORCIONADA	Sobre su valoración acerca de la utilidad de los modelos
E1	Tenemos una idea de lo que hay más clara, nos sirve para comprender más rápido sobre lo que no sabemos o no podemos ver. Al poder ver los modelos, la comprensión es más fácil, ya que utilizas uno de tus sentidos (la vista).	<p align="center">Los modelos permiten esclarecer las ideas.</p> <p align="center">Los modelos ayudan a comprender lo que no se puede ver a simple vista.</p>
E2	Los modelos nos ayudan a tener en mente lo que estamos tratando de comprender, para verlo y analizarlo mejor, y para tener el conocimiento de lo que pasa a nuestro alrededor en la Naturaleza.	<p align="center">Los modelos te ayudan a ver y analizar mejor.</p> <p align="center">Los modelos te ayudan a conocer la Naturaleza.</p>
E3	Los modelos nos ayudan a entender de manera más clara lo que se nos quiere explicar, porque así podemos entender algo que no podemos ver a simple vista y comprenderlo fácilmente.	<p align="center">Los modelos ayudan a comprender lo que no se puede ver a simple vista.</p>

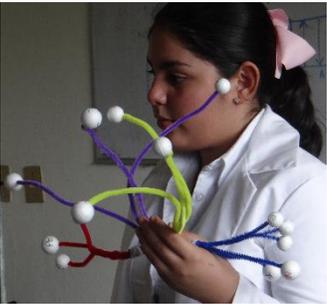
ANEXO 7.2 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD UNO Y DOS DEL “EJERCICIO TRES: PASTILLA EFERVESCENTE”

E3 - A1 y A2				
	MODELO SISTEMA CERRADO	MODELO SISTEMA ABIERTO	EXPLICACIÓN PROPORCIONADA	Valoración sobre su explicación
E1	<p>Modelo de la Botella burbujeante</p> 	<p>Modelo de la Botella sin globo</p> 	<p>Hay una reacción entre la sal de uvas y gas carbónico, lo que tuvo como resultado de gas carbónico [sic] que hace que el globo se infle.</p> <p>Lo que pasó fue que pesó menos porque todo el aire que tenía dentro salió cuando se quitó el globo.</p>	<p>Modifican su modelo inicial considerando la pérdida de masa.</p> <p>El modelo de sistema abierto indica “movimiento hacia arriba” como de un gas desprendiéndose del líquido, lo cual coincide con la explicación que dan del peso faltante al quitar el globo.</p>
E2	<p>Modelo de la Botella burbujeante</p> 	<p>Modelo de la Botella sin globo</p> 	<p>Las moléculas de las pastillas se disuelven en el agua formando gas, este gas al “evaporarse” [sic] infla el globo que está arriba.</p> <p>Porque como el gas está atrapado tiene un peso y al quitar el globo se va el gas y con él peso y masa.</p>	<p>Modifican su modelo inicial considerando la pérdida de masa.</p> <p>El modelo de sistema abierto indica menos partículas disueltas sin presencia de gas por encima del líquido, lo cual permite explicar la disminución de masa y peso al quitar el globo.</p>
E3	<p>Modelo de la Botella burbujeante</p> 	<p>Modelo de la Botella sin globo</p> 	<p>Es una reacción. Las moléculas de gas carbónico se liberan por el contacto con el agua generando más oxígeno[sic], haciendo que el globo se infle.</p> <p>Pesa menos porque el gas que se creó salió y con ello se llevó algunas partículas de agua [sic].</p>	<p>Modifican su modelo inicial considerando la pérdida de masa.</p> <p>El modelo de sistema abierto presenta partículas más unidas, lo cual puede representar a las partículas que se pierden al quitar el globo, indicando así mayor presencia de agua que de dióxido de carbono.</p>

**ANEXO 7.3 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD DOS DEL “EJERCICIO CUATRO:
PRECIPITANDO SUSTANCIAS”**

E4 - A2		
	RESPUESTA PROPORCIONADA	Sobre su valoración acerca del efecto de la temperatura en una reacción de precipitación.
1	<p>La diferencia entre los dos es que en el caliente cambia de color y se hace como polvito y se separan, en cambio en el frío es más claro y está congelado [sic].</p>	<p>Identifican variaciones físicas en el color y consistencia del precipitado formado por efecto de la temperatura.</p> <p>De forma indirecta hacen alusión al efecto de la temperatura en la solubilidad (...se hacen como polvito y se separan y ...está congelado).</p>
2	<p>Agua caliente: se separa el agua del color, cambia el color, las partículas se separan y tiene sal hasta abajo.</p> <p>Agua fría: quedó gelatinoso, cambió de color y las partículas se juntan.</p>	<p>Identifican variaciones físicas en el color y consistencia del precipitado formado por efecto de la temperatura.</p> <p>De forma directa hacen alusión al efecto de la temperatura en la solubilidad al mencionar que las partículas se separan o se juntan.</p>
3	<p>En el tubo caliente se separan las sustancias y se hacen como capas de sedimento, el color amarillo es más fuerte (con el calor se evapora y por eso el polvo) [sic]. En el tubo frío el color amarillo es más claro y la sustancia da la apariencia de un sólido (con el frío se endurece). Los gases suben [sic] y las partículas más pesadas se quedan en el fondo.</p>	<p>Identifican variaciones físicas en el color y consistencia del precipitado formado por efecto de la temperatura.</p> <p>De forma directa hacen alusión al efecto de la temperatura en la solubilidad al mencionar que se forman capas de sedimento y que la sustancia toma apariencia de sólido.</p>

ANEXO 7.4 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD UNO Y DOS DEL “EJERCICIO CINCO: MANIPULANDO REACCIONES”

E5 - A1 y A2			
	Modelo Elaborado	Explicación proporcionada	Sobre su argumentación
1		Utilizamos limpiapipas de distintos colores para unir los elementos de cada sustancia. Cada bolita de unicel representa un elemento. Las esferas del limpiapipas amarillo representan al yoduro de potasio, las de los azules al nitrato de potasio, los de color rojo al nitrato de plomo, y los de color morado al yoduro de plomo II.	<p>Su modelo es lineal, tienen unidas todas las sustancias en una sola estructura.</p> <p>No indican que sustancias son reactivos y cuales son productos.</p> <p>Utilizan los conceptos <i>elemento</i> y <i>sustancia</i>.</p>
2		Nosotros representamos el matraz en el que se llevó a cabo la reacción química con las sustancias que usamos en su interior. Cada color representa un elemento diferente. No modelamos cada sustancia por separado porque pensamos que debíamos representar únicamente lo que vimos.	<p>Su modelo representa a los elementos participantes más no a cada sustancia.</p> <p>No indican que sustancias son reactivos y cuales son productos.</p> <p>Utilizan el concepto <i>sustancia</i>.</p>
3		Nosotros usamos los popotes para los enlaces entre elementos, representando con bolitas de unicel y diferenciados por el color de limpiapipas. La primera molécula es amarilla con rojo, el amarillo es el yodo y el rojo el potasio. En la segunda representamos de azul el plomo, de morado el nitrógeno y el oxígeno de blanco, que son los elementos del nitrato de plomo II. El primer producto es el yoduro de plomo II, con dos bolitas de yodo y una de plomo; mientras que el segundo es el nitrato de potasio, con una bolita roja, una morada y tres blancas. Utilizamos la misma cantidad de bolitas que los átomos de cada sustancia, aunque ya no nos dio tiempo de balancear las cantidades de cada sustancia.	<p>Su modelo representa los átomos de cada uno de los elementos que conforman cada sustancia.</p> <p>Indican cuales sustancias son reactivos y cuales son productos.</p> <p>Utilizan los conceptos <i>átomo</i>, <i>elemento</i>, <i>sustancia</i>, <i>enlace</i>, <i>reactivos</i>, <i>productos</i>, <i>balanceo de ecuaciones</i>.</p>

**ANEXO 7.5 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD OCHO DEL “EJERCICIO SIETE:
REACCIONES SIMBOLIZADAS”**

E7 - A8		
	RESPUESTA PROPORCIONADA	Sobre su valoración acerca del papel de los subíndices y coeficientes de las sustancias en las reacciones químicas.
1	La ecuación está balanceada de forma errónea porque al hacerlo cambiaron los subíndices y eso no se puede hacer al balancearla.	Comprenden el papel de los subíndices en el balanceo de ecuaciones.
2	NO RESPONDIERON LA PREGUNTA PLANTEADA.	NO SE CONSIDERA
3	En el último producto duplicó los subíndices del compuesto, eso no se puede cambiar, solamente agregar un coeficiente estequiométrico. El subíndice no se puede cambiar porque indica la cantidad de átomos de un elemento presentes en una molécula.	Comprenden el papel de los subíndices en la composición de la materia. Comprenden el papel de los subíndices en el balanceo de ecuaciones. Comprenden el papel del coeficiente en el balanceo de ecuaciones.

ANEXO OCHO

ENTREVISTA REALIZADA AL DOCENTE APLICADOR DEL GRUPO ANALIZADO

8.1 ENTREVISTA REALIZADA (29 DE MAYO DEL 2014) AL DOCENTE DEL COLEGIO BILINGÜE "EMILIO ROSENBLUETH".

Sujeto	Dialogo
I	<p>Buenas tardes, en primer lugar gracias por su participación y colaboración en la aplicación de la UD que se utilizó en la investigación para el tema de reacción química. Las preguntas que le haré se relacionan con las actividades que los alumnos hicieron y que se llevaron a cabo dentro de la investigación. Conteste de forma libre, de forma amplia o breve, como usted desee hacerlo.</p> <p>Vamos con la primera pregunta. Previo al trabajo de la UD, ¿qué sabía acerca de los modelos y su utilización como herramienta en las ciencias, así como de su papel didáctico en la enseñanza de las ciencias naturales?</p>
E	<p><i>Lo que la experiencia dentro de la enseñanza de las ciencias me ha dado, el utilizar modelos es muy necesario y más en la cuestión de la química, porque si no entiendes lo que no ves pues no avanzamos, entonces siempre los modelos son importantes. Si tenía el conocimiento previo en cuanto a la experiencia en la docencia.</i></p>
I	<p>¿Cuál es su opinión de las actividades didácticas planteadas en la UD que aplicó con sus alumnos?</p>
E	<p><i>¡Excelente! Les ayudó muchísimo, los entusiasmó, los hizo pensar más, los hizo más participativos, creo que las actividades fueron muy ad-hoc para los muchachos.</i></p>
I	<p>¿Considera que este tipo de actividades pueden ser útiles en su quehacer docente y en la consecución de los aprendizajes esperados por parte de sus alumnos? ¿Por qué?</p>
E	<p><i>Sí. Definitivamente. Porque el alumno que se interesa, el alumno que practica, que lo hace, es aquel al que se le queda el conocimiento. Uno podrá llegar y dar la mejor de sus ponencias, una súper clase, llenar el pizarrón, hacer todo maravilloso, pero si el alumno no participa directamente haciéndolo, por ejemplo con los modelos, no se le va a quedar, no va a pasar de ser un conocimiento mecánico como las tablas de multiplicar.</i></p>

I ¿Había trabajado con este tipo de actividades previamente?

E *Algunas sí, porque por la experiencia y la forma de enseñarlo me habían resultado ser prácticas. Pero por ejemplo, lo de la caja negra me encantó, y no lo había hecho antes, había hecho actividades diferentes pero algunas de ellas sí las había hecho, como trabajar con clavos oxidados y las reacciones de efervescencia con un globo.*

I ¿Algún comentario más que tenga acerca de las actividades o la UD en sí?

E *Me gustó mucho la forma, la consecución, y que las actividades fueron muy enriquecedoras para los muchachos. Estaban muy contentos, muy entusiasmados con conocer. De repente, creo que en algunas el ponerse a responder como no son muy de escribir no les gustaba tanto, pero no era que la actividad estuviera mal, sino el tipo de alumnos. Hay algunos que no les gusta escribir. Pero en realidad a mí me pareció excelente la UD y todas las actividades.*

I Pues bueno, le reitero el agradecimiento por su apoyo y participación en la investigación, y espero que la UD le pueda ser de utilidad nuevamente.

SUJETOS → I: Investigador

E: Entrevistado

BIBLIOGRAFÍA.

- Acosta, M. (2010). Los organizadores previos: una estrategia de enseñanza para el logro de un aprendizaje significativo. *Revista de la Facultad de Ingeniería U. C. V.*, 25(3), 7-15.
- Alvarado Rodríguez, M. E. (Mayo - Agosto de 2007). Concepciones de ciencia y la enseñanza de la ciencia. *Ethos Educativo*(39), 31-46.
- Aragón, M. d., Oliva, J. M., & Navarrete, A. (2010). Analogías y modelización en la enseñanza del cambio químico. *Investigación en la Escuela*(71), 93-114.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (2a ed.). México: Trillas.
- Bello, S. (Julio de 2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 60-67.
- Beltrán, L., & Acosta, M. O. (2003). *Teorías del aprendizaje. Modulo - Curso*. (1a ed.). Medellín, Colombia: Fundación Universitaria Luis Amigó. Facultad de Educación.
- Bravo, B. M., Eguren, L. A., & Rocha, A. L. (2010). El rol del docente en la enseñanza de la visión en la educación secundaria. Un estudio de caso. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 283-375.
- Brown, F. (2003). Inquiry learning: teaching for conceptual change in environmental education. (F. Da Silva (Trad.), Ed.) *Green Teacher; Summer 2003: The Dark side of light pollution*(71), 31-33.
- Bruner, J. (1986). Juego, pensamiento y lenguaje. *Perspectivas* 57, XVII(1), 79-88.
- Bruner, J. (1990). *Actos de significado: más allá de la revolución cognitiva* (1a ed.). Madrid, España: Alianza.
- Caamaño, A. (2003a). La enseñanza y el aprendizaje de la química. En M. P. Jiménez Aleixandre, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci, & A. de Pro Bueno, *Enseñar ciencias* (págs. 203-228). Barcelona, España: Graó.

- Caamaño, A. (2003b). Modelos híbridos en la enseñanza y el aprendizaje de la Química. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*(35), 70-81.
- Caamaño, A. (2007). Modelizar y contextualizar el curriculum de química: un proceso en constante desarrollo. En M. Izquierdo, A. Caamaño, & M. Quintanilla (Edits.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (1a ed., págs. 19-40). Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Caamaño, A., & Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la Química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*(41), 68-81.
- Cárdenas, F. A. (2006). Dificultades de aprendizaje en Química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciencia y Educación*, 12(3), 333-346.
- Catalá Rodes, R. M., & Muñoz Galván, M. (2010). Modelos y modelaje sobre el enlace químico. En J. A. Chamizo, & A. García Franco (coord), *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales* (1a ed., págs. 31-44). México: UNAM.
- Chamizo, J. A. (Octubre de 2006). Los modelos de la Química. *Educación Química*, XVII(4), 476-482.
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26-41.
- Chamizo, J. A., & Marquez, J. R. (Octubre-Diciembre de 2006). Modelación molecular: Estrategia didáctica sobre la constitución de los gases, la función de los catalizadores y el lenguaje de la química. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1241-1257.
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Díaz Barriga, Á. (2009). *Pensar la didáctica* (1a ed.). Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.

- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista* (2a ed.). México: McGraw-Hill interamericana.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 107-121.
- Galagovsky, L., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Gallegos Cázares, L., García Franco, A., & Calderón Canales, E. (2007). Estrategias de enseñanza y cambio conceptual. En J. I. Pozo, & F. Flores, *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* (1a ed., págs. 239-252). Madrid, España: A. Machado Libros.
- García Franco, A. (2010). Actividades sobre los modelos y el modelaje. En J. A. Chamizo, & A. García Franco (coord.), *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales* (1a ed., págs. 19-30). México: UNAM.
- García Franco, A., & Flores, F. (Mayo-Agosto de 2004). Investigación en enseñanza de las Ciencias. *Ethos Educativo*, XI(30), 131-150.
- García Franco, A., & Garritz Ruíz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 111-124.
- García, C. M., Ramos de R., S. L., & Sandoval A., S. L. (2010). *Simulacros y simulaciones: La formación para el analfabetismo científico* (1a ed.). Guanajuato, México: Grupo Académico Con-figuraciones Formativas. Universidad de Guanajuato.

- García, R. (2000). *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Piaget a la teoría de sistemas complejos*. (1a ed.). Barcelona, España: Gedisa.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad de incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Gil Pérez, D., Sifredo, C., Valdés, P., & Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? En OREALC-UNESCO, D. Gil Pérez, B. Macedo, J. Martínez Torregrosa, C. Sifredo, P. Valdés, & A. Vilches (Edits.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (1a ed.). Santiago: OREALC-UNESCO.
- Guevara S., M., & Valdez G., R. (Julio de 2004). Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación Química*, 15(3), 243-247.
- Hernández Rojas, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. *Perfiles educativos*, XXX(122), 38-77.
- Huizinga, J. (1972). *Homo ludens* (1a ed.). Madrid, España: Alianza/Emece.
- Izquierdo, M. (Mayo de 2006). La educación química frente a los retos del tercer milenio. *Educación Química*, XVII(E), 114-128.
- Izquierdo, M. (2007). Modelizar y contextualizar el curriculum de química: un proceso en constante desarrollo. En M. Izquierdo, A. Caamaño, & M. Quintanilla (Edits.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (1a ed., págs. 19-40). Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamento y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Estaña, J. L. (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. En M.

- Izquierdo, A. Caamaño, & M. Quintanilla (Edits.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (1a ed., págs. 141-163). Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(2), 369-387.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of "the atom". *International Journal of Science Education*, 22, 993-1009.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2006). The role of analog models in the understanding of the nature of model in chemistry. En P. Aubusson, A. Harrison, & S. Ritchie (Edits.), *Metaphor and analogy in science education* (1a ed., págs. 119-130). Dordrecht: Springer.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias: ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de Química* (2a ed.). México: Aula XXI - Santillana.
- Lacueva, A. (2010). Formando docentes integrales que quieran y puedan enseñar ciencia y tecnología. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 309-332.
- Leach, J., & Scott, P. (Enero de 2003). Individual and sociocultural views in learning in science education. *Science & Education*, 12(1), 91-113.
- Matus, L., Benarroch, A., & Nappa, N. (2011). La modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos. *Revista Electrónica para la Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 178-201.
- Moreira, M. A., Greca, I. M., & Rodríguez Palmero, M. L. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. *Revista Brasileira de Investigación em Educação em Ciências*, 2(3), 84-96.
- Muñoz Galván, M. (2010). *Conociendo los modelos materiales sobre enlace químico a través de una unidad didáctica basada en la enseñanza de*

los modelos y el modelaje científico, para nivel medio superior. Tesis de Maestría, UNAM, Facultad de Química, México.

- Nevado Fuentes, C. (2008). El componente lúdico en las clases de ELE. *Revista Didáctica ELE*(7).
- Oñorbe De Torre, A., & Sánchez Jiménez, J. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias: investigación y experiencias didácticas*, 14(2), 165-170.
- Osborne, J. (2002). Hacia una educación científica para una cultura científica. En M. Bellonch (Comp.), *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Paidós Ecuador.
- Osborne, J. (Abril de 2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica. *Educación Química*, XX(2), 156-165.
- Pérez Gómez, Á. I. (1996). Los procesos de enseñanza-aprendizaje: análisis didáctico de las principales teorías del aprendizaje. En Á. I. Pérez Gómez, & J. Gimeno Sacristán, *Comprender y transformar la enseñanza* (5a ed., págs. 34-62). Madrid, España: Morata.
- Piaget, J. (1961). *La formación del símbolo en el niño* (1a ed.). Argentina: FCE.
- Piaget, J. (1964). *Seis estudios de psicología*. Buenos Aires, Argentina: Ariel.
- Piaget, J., & García, R. (2008). *Psicogénesis e historia de la ciencia* (11a ed.). México: Siglo XXI.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (2009). *Aprender y enseñar ciencia* (6a ed.). Madrid, España: Morata.
- Saada-Robert, M., & Brun, J. (1996). La transformación de los saberes escolares: aportaciones y prolongaciones de la psicología genética. *Perspectivas 97*, XXIV(1), 25-38.
- Sánchez Blanco, G., & Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 33-44.

- Sánchez Blanco, G., De Pro Bueno, A., & V., V. P. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 35-50.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F. Perales, & P. Canal de León (Edits.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (1a ed., págs. 239-266). España: Alcoy.
- Scott, P., Asoko, H., Driver, R., & Emberton, J. (1994). Working from children's ideas: Planning and teaching a chemistry topic from a constructivist perspective. En P. Fensham, R. Gunstone, & R. White (Edits.), *The content of science: a constructivist approach to its teaching and learning* (págs. 201-220). Washington: The Falmer Press.
- SEP. (2011a). Ciencias Tres. En *Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Secundaria. Ciencias* (1a ed., pág. 164). México: Secretaría de Educación Pública.
- SEP. (2011b). *Plan de Estudios 2011. Educación Básica* (1a ed.). México: Secretaría de Educación Pública.
- Solís Villa, R. (1984). Ideas intuitivas y aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: investigación y experiencias didácticas*, 2(2), 83-89.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*, XV(1), 52-58.
- Talanquer, V. (Junio de 2009). Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos? *Educación Química*, XX(E), 220-226.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Vergnaud, G. (1996). Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. *Perspectiva* 97, XXIV(1), 195-207.
- Vygotsky, L. (1962). *Pensamiento y lenguaje*. Cambridge, E.U.A.: MIT Press.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, E.U.A.: Harvard University Press.

Zumdahl, S. (1992). *Fundamentos de Química*. México: McGraw-Hill.