

**ENSEÑANZA DEL CAMBIO QUÍMICO MEDIANTE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA
EN UN COLEGIO RURAL**

ANDREA MARCELA REYES GUÍO

UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA

Facultad de Ciencias de la Educación

Maestría en Educación en la Modalidad de Profundización

BOGOTÁ D. C., septiembre de 2018

**ENSEÑANZA DEL CAMBIO QUÍMICO MEDIANTE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA
EN UN COLEGIO RURAL**

ANDREA MARCELA REYES GUÍO

**Proyecto presentado para optar al título de Magister en Educación en la Modalidad de
Profundización**

Asesor

Dra. Adry Liliana Manrique Lagos

UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA

Facultad de Ciencias de la Educación

Maestría en Educación en la Modalidad de Profundización

BOGOTÁ D. C., septiembre de 2018

AGRADECIMIENTOS

A la Institución Educativa Rural Departamental Chimbe, por facilitarme los espacios del colegio, y los tiempos para desarrollar mi intervención pedagógica con los estudiantes.

A los 11 estudiantes de grado 10°, que gracias a su disposición para aprender y a su confianza en mis orientaciones como maestra, colaboraron y participaron activamente durante todo el proceso.

A la Universidad Externado de Colombia, por la calidad profesional, académica y humana de sus maestros.

A mi esposo Carlos Hernández, por su inagotable paciencia y colaboración para que pudiera culminar con éxito esta etapa de mi formación académica y profesional.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL	16
1.1 Análisis del contexto institucional.....	16
1.1.1 Caracterización de la institución y descripción del modelo pedagógico.....	16
1.1.2 Análisis de las prácticas docentes en la institución.....	18
1.2 Identificación de necesidades y problemas en la enseñanza – aprendizaje.....	19
2. PROBLEMA GENERADOR	20
2.1 Problema generador.....	20
2.2 Delimitación del problema generador de la intervención.....	20
2.3 Pregunta orientadora de la intervención.....	21
2.4 Hipótesis de acción.....	21
2.5 Referentes teóricos y metodológicos que sustentan la intervención.....	21
2.5.1 Referente disciplinar.....	21
2.5.2 Referente didáctico.....	23
2.5.3 Referente metodológico.....	25
3. RUTA DE ACCIÓN	27
3.1 Objetivos de la intervención.....	27
3.2 Propósitos de aprendizaje.....	27
3.3 Participantes.....	29

3.4 Estrategia didáctica y metodológica.....	29
3.5 Planeación de actividades.....	32
3.6 Instrumentos de evaluación de los aprendizajes.....	38
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	39
4.1 Descripción de la intervención.....	39
4.2 Reflexión sobre las acciones pedagógicas realizadas.....	40
4.3 Sistematización de la práctica pedagógica en torno a la propuesta de intervención.....	42
4.3.1 Progresión de los aprendizajes de los estudiantes frente a los conceptos de cambio físico y cambio químico.....	42
4.3.2 Impacto de la metodología de indagación científica en los estudiantes, frente a la motivación y a la concepción del trabajo científico.....	54
4.3.3 Progresos frente a la evaluación formativa.....	57
4.4 Evaluación de la propuesta de intervención.....	58
5. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN.....	62
5.1 Conclusiones.....	62
5.2 Recomendaciones.....	63
5.3 Justificación de la proyección.....	64
5.4 Plan de acción.....	65
5.5 Cronograma.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	78

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diagnóstico individual. Docente Andrea Reyes Guío, área de química. ¿Cuál es mi estilo de enseñanza?.....	78
Anexo 2. Plan de estudios química 10°.....	79
Anexo 3. Resultados de evaluaciones internas y externas	80
Anexo 4. Encuesta de intereses aplicada a los estudiantes de grado 10°.....	81
Anexo 5. Actividad 1: ¿qué cambia en el huevo cuando lo cocinamos?.....	82
Anexo 6. Actividad 2: ¿en qué se parece la mantequilla, la parafina y el agua de los ríos que se seca en el verano?.....	84
Anexo 7. Actividad 3: ¿se pueden transformar la leche, el huevo y los desperdicios de la cocina, en otras sustancias?.....	88
Anexo 8. Actividad 4: ¿por qué arden las velas?.....	91
Anexo 9. Actividad 5: ¿todas las transformaciones químicas en tu entorno son iguales?.....	94
Anexo 10. Actividad 6: ¿cómo podemos comprobar la ley de la conservación de la materia?....	99
Anexo 11. Actividad 7: mediciones en las transformaciones químicas.....	101
Anexo 12. Actividad 8: mi proyecto productivo y las transformaciones químicas.....	102
Anexo 13. Actividad 9, evalúa tus competencias científicas.....	103
Anexo 14. Rúbricas de evaluación y autoevaluación.....	110
Anexo 15. Resultados pre-test y post-test, percepciones de los estudiantes frente al proceso de enseñanza-aprendizaje.....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama referente a la secuenciación de los saberes focalizados en las actividades de la secuencia didáctica.....	31
Figura 2. Representación corpuscular de los cambios de estado.....	47
Figura 3. Modelos corpusculares de la combustión de la parafina, contruidos por los estudiantes.....	50
Figura 4. Representación corpuscular de la reacción del y del bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y del ácido acético (CH_3COOH).....	52
Figura 5. Registro de datos en gráficas, relacionando las variables de tiempo y temperatura en los cambios de estado.....	55
Figura 6. Resultados prueba estandarizada.....	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción actividades secuencia didáctica.....	33
Tabla 2. Ejemplos de respuesta de los estudiantes.....	44
Tabla 3. Representaciones de los estudiantes de las partículas del huevo crudo y cocido.....	45
Tabla 4. Conclusiones de los estudiantes frente al cambio físico.....	46
Tabla 5. Reflexiones de los estudiantes frente a sus aprendizajes.....	57

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE

	Resumen Analítico en Educación - RAE
	Página 1 de 4
1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Externado de Colombia. Biblioteca Central
Título del documento	Enseñanza del cambio químico mediante la indagación científica en un colegio rural
Autor(a)	Andrea Marcela Reyes Guío
Director	Adry Liliana Manrique Lagos
Publicación	Biblioteca Universidad Externado de Colombia
Palabras Claves	Cambio químico, indagación científica, contexto rural, competencias científicas, evaluación formativa.

2. Descripción
<p>A partir de un diagnóstico hecho a la Institución Educativa Rural Departamental Chimbe, se evidenció la necesidad de alinear las prácticas docentes con el modelo pedagógico de aprendizajes productivos, propuesto en el Proyecto Educativo Institucional. Por tal razón, se construyó una secuencia didáctica, con el fin de que los estudiantes pudieran relacionar la concepción macroscópica y microscópica del cambio químico, con las transformaciones de las sustancias de su contexto rural y de sus proyectos productivos. La metodología utilizada se centró en el enfoque de indagación científica y fue aplicada a 11 estudiantes de grado 10° de educación media. Los resultados evidenciaron progresos en los estudiantes frente a la conceptualización de los cambios químicos de la materia, su relación con el entorno rural y el desarrollo de competencias científicas. Además, se logró movilizar sus intereses y llevarlos a reflexionar sobre sus aprendizajes. Sin</p>

embargo, se denotó la necesidad de incorporar más actividades de representación simbólica, cuantificación de relaciones e indagación autónoma, para superar las debilidades encontradas.

3. Fuentes

- Bascuñán, A. (1999). Bases históricas sobre materia, masa y leyes ponderales. *Revista de la Sociedad Química de México*, 43 (5), 171-182. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/475/47543505.pdf>.
- Benarroch, A. (2001). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Revista enseñanza de las ciencias*. 19 (1), 123-134. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n1/02124521v19n1p123.pdf>
- Casado, G., Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Revista Universitas Scientiarum*, 10, 35-43. Recuperado de https://www.academia.edu/3457299/Las_dificultades_de_los_alumnos_al_relacionar_distintos_niveles_de_representaci%C3%B3n_de_una_reacci%C3%B3n_qu%C3%ADmica?auto=download
- Furió, C., Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Revista Educación química* 11 (3), 300-308. Recuperado de https://rodas5.us.es/file/9ea0c662-b500-306c-5a5a-942a4a004642/2/texto3_SCORM.zip/files/texto3_examen.pdf
- Harlen, W. (1999). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. 3ra ed. Madrid, España. Ediciones Morata S,L.
- Harlen, W., Bell, D., Déves, R., Dyasi, H., Fernández, G., Léna, P., Millar, R., Reiss, M., Rowell, P., Yu, Wei. (2015). *Trabajando con las grandes Ideas de la Educación en Ciencias*. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0B79GVnYNisupMGlxTTNvYkNhbdQ/view>.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos curriculares, Ciencias Naturales y educación Ambiental*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares Básicos de Competencias*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Petrucci, R., Herring, G., Madura, J., Bissonette, C. (2011). *Química General*. 10ª Edición. Editorial Pearson.

Pozo, J. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Revista enseñanza de las ciencias*, 17 (3), 513-520. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21616/21450Rodr>.

Whitten, K., Davis, R., Peck, L. (1998). *Química General*. 5ª Edición. Editorial McGraw Hill.

Worth, K., Duque, M., Saltiel W. (2009). Proyecto Pollen, Ciudades semilla para la ciencia un enfoque comunitario para un crecimiento sostenible de la enseñanza de la ciencia en Europa. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0B79GVnYNisupOGp1Y0JiT0c0RHM/view>.

4. Contenidos

Capítulo 1. Diagnóstico Institucional: presenta el diagnóstico hecho al componente académico del Proyecto Educativo Institucional de la IERD Chimbe, y a su relación con las prácticas de enseñanza de los docentes involucrados en la intervención pedagógica.

Capítulo 2. Problema Generador de la Intervención: muestra la delimitación de la problemática institucional que se va a abordar en la intervención pedagógica. Adicional a esto, presenta los referentes teóricos y metodológicos que la sustentan.

Capítulo 3. Ruta de Acción: Se señalan los objetivos generales y específicos de intervención pedagógica. Además, presenta la hipótesis de acción, los propósitos de aprendizaje y la descripción de cada una de las actividades de enseñanza propuestas en la secuencia didáctica (intervención pedagógica).

Capítulo 4. Análisis y Resultados: De acuerdo con los resultados de la aplicación de la secuencia didáctica, se presenta un análisis acerca de los alcances y oportunidades de mejora obtenidos en el proceso de intervención.

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones: Se hace una proyección de la intervención pedagógica a nivel institucional, con el fin de continuar mejorando las prácticas de enseñanza en la IERD Chimbe.

5. Metodología

El proceso de intervención comenzó con un diagnóstico de la institución, posteriormente se identificaron las problemáticas a abordar, y finalmente consolidó en una secuencia didáctica centrada en el enfoque de indagación científica (Worth, Duque, Saltiel, 2009). En este sentido, las actividades se estructuraron en función de cuatro componentes: observar y enunciar predicciones,

experimentar, interpretar resultados y extraer conclusiones (Harlen, 1999, p.42), para finalmente comunicarlas. Por otra parte, las actividades se desarrollaron entorno a la pregunta orientadora: ¿Qué tipo de cambios pueden sufrir los materiales de mi entorno? Esta pregunta, se construyó con el fin de abordar el concepto estructurante de cambio químico y relacionarlo con el contexto rural de los estudiantes y sus proyectos productivos. Además, durante las sesiones de clase el rol del estudiante fue activo y central. Mientras que el rol del maestro se enfocó a orientar y asesorar todos los momentos de la indagación

6. Conclusiones

La secuencia didáctica permitió al grupo de estudiantes identificar algunos cambios que ocurren en los materiales de su entorno rural, y clasificarlos en físicos o químicos, teniendo en cuenta la formación de nuevas sustancias. Además, incorporaron a sus conclusiones nociones de naturaleza corpuscular del cambio químico y argumentos provenientes de la ley de la conservación de la materia. La dinámica de las clases centrada en la indagación científica, logró movilizar los intereses de los jóvenes y desarrollar competencias científicas. De esta manera, se generaron emociones positivas hacia el aprendizaje de las ciencias, permitiendo que los estudiantes se apropiaran de su proceso de aprendizaje y reflexionaran sobre el mismo. Por otro lado, se recomienda incorporar más actividades de representación simbólica, de cuantificación de relaciones y de conceptualización de elemento y compuesto. Ya que, es posible que los estudiantes requieran más actividades que les permita aprender significativamente estos conceptos.

Fecha de elaboración del Resumen:	01	09	2018
--	----	----	------

INTRODUCCIÓN

En el marco de la Maestría en Educación en la modalidad de profundización de la Universidad Externado de Colombia, se propuso una intervención pedagógica en el área de ciencias naturales, con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Institución Educativa Rural Departamental Chimbe. Esta intervención, partió de un diagnóstico hecho al componente académico del Proyecto Educativo Institucional (IERD Chimbe, 2012), y a su relación con las prácticas pedagógicas de los docentes involucrados. Se propuso entonces, una secuencia didáctica centrada en el concepto estructurante (Galfrascoli, 2014) de cambio químico, y su objetivo fue generar en los estudiantes de grado 10°, un modelo de cambio que articulara la concepción macroscópica y microscópica de la materia. Este modelo fue utilizado por los estudiantes para explicar las transformaciones de las sustancias presentes en su entorno rural.

La propuesta de intervención tuvo en cuenta el contexto rural y los fines educativos de la institución. Los cuales, están enfocados hacia la formación integral y el desarrollo de competencias básicas de los estudiantes, mediante la propuesta de proyectos pedagógicos de aprendizajes productivos (IERD Chimbe, 2012). Por consiguiente, fue relevante orientar las actividades de la secuencia didáctica, hacia el análisis de las transformaciones químicas de algunas sustancias presentes en sus proyectos productivos o agroindustriales. De esta manera, se posibilitó la transferencia de saberes propios de la química al contexto de los estudiantes, con el fin de generar aprendizajes más significativos.

Por otra parte, el diseño instruccional se estructuró teniendo en cuenta las grandes ideas de la educación en ciencias (Harlen, et al., 2015), los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2006) y los Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales (MEN, 1998). Todo lo anterior,

centrado en las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Por ello, la propuesta inició con un análisis de las ideas previas de los jóvenes frente al concepto de cambio químico. Con el fin de generar cambios conceptuales (Pozo, 1999) durante el desarrollo de las actividades, las cuales estuvieron centradas en la metodología de indagación científica (Worth, Duque, Saltiel, 2009)

En consecuencia, el diseño instruccional posibilitó en los estudiantes, el desarrollo de tres tipos de saberes: el saber conceptual, el saber hacer (procedimental) y el saber ser (actitudinal) (MEN, 2006). Frente al saber conceptual, se desarrollaron los conceptos de cambio físico, cambio químico, tipología y simbología de las reacciones y Ley de la conservación de la materia. Con respecto al saber procedimental, se abordó la metodología del trabajo científico, y en el campo actitudinal, se trabajaron competencias referentes a la construcción social del conocimiento.

Finalmente, la secuencia didáctica permitió que los estudiantes se aproximaran progresivamente a la construcción de un modelo de cambio químico, que les facilitó llevar sus interpretaciones a un nivel más corpuscular. Sin embargo, se evidenció la necesidad de reformular ciertos aspectos de la secuencia didáctica, para superar algunas dificultades encontradas en el componente conceptual y en el componente procedimental, este último en relación al desarrollo de competencias propias del trabajo científico.

Teniendo en cuenta el plan de acción utilizado para la construcción, implementación y análisis de los resultados de la secuencia didáctica, este documento está estructurado en cinco capítulos. En el primero se presenta el diagnóstico institucional, en el segundo se plantea el problema generador y los referentes conceptuales que sustentan la secuencia didáctica. En el capítulo tres se explicita la ruta de acción, y en el capítulo cuatro se presenta un análisis de

resultados frente al impacto de la intervención pedagógica en el aula. Por último, en el capítulo cinco se exponen las conclusiones y la proyección de la intervención en la institución educativa.

1 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL

Este diagnóstico situacional¹, se enfocó hacia el análisis del componente académico del Proyecto Educativo Institucional (IERD Chimbe, 2012), y a su la relación con las prácticas de los docentes involucrados. Posterior a esto, los resultados obtenidos se utilizaron como punto de partida, para el diseño de una propuesta de intervención congruente con las necesidades del contexto rural de la institución. Es decir, se partió de la reflexión sobre la alineación curricular de las actuales prácticas de enseñanza, para culminar con la identificación de la problemática institucional, que se convertiría en el derrotero de la propuesta de enseñanza del área de ciencias naturales.

1.1 Análisis del Contexto Institucional

1.1.1. Caracterización de la institución y descripción del modelo pedagógico y curricular. La Institución está ubicada en el sector rural del municipio de Albán, en el departamento de Cundinamarca. Cuenta con un total de 373 estudiantes (Sistema integrado de matrícula, 2016), distribuidos en 8 sedes (I.E.R.D Chimbe, 2012). En la sede principal, en donde se llevó a cabo el diseño de intervención, la básica secundaria tiene un total de 80 estudiantes y la media un total de 20 estudiantes (Sistema Integrado de matrícula, 2016). Al ser una institución de carácter rural, el PEI adopta el modelo pedagógico de aprendizajes productivos, concebido como “una estructura organizacional-pedagógica adecuada para atender la educación rural, que

¹ Desarrollado por los docentes de la institución involucrados en la intervención: Andrea Marcela Reyes Guio, Alejandra Moreno Chavarro y Juan Pablo Méndez

busca formar a la persona en todas sus dimensiones humanas, con una mentalidad crítica, planificadora y productiva” (I.E.R.D Chimbe, 2012, p. 36).

De acuerdo a los fundamentos del modelo pedagógico, el diseño de los procesos de enseñanza-aprendizaje debe estar centrado en núcleos problémicos, que posibiliten un aprendizaje interdisciplinario y aplicable a diferentes contextos (I.E.R.D Chimbe, 2012). Por tal razón, la institución propone unos roles específicos para los miembros activos del proceso. El maestro se percibe como un constructor de saberes pedagógicos (I.E.R.D Chimbe, 2012), encargado de plantear “escenarios en donde los escolares produzcan sus propias necesidades e intereses de aprendizaje” (I.E.R.D Chimbe, 2012, p. 84). Por su parte, se espera que el estudiante sea el eje central del proceso educativo y participe activamente en su formación, mediante la apropiación significativa de saberes que le permitan comprender su entorno (I.E.R.D Chimbe, 2012). En cuanto la evaluación, el PEI la define como “una estrategia más del aprendizaje productivo” (I.E.R.D Chimbe, 2012, p. 95). Lo cual implica, que debe “realizar un análisis constructivo frente al desarrollo de competencias a nivel conceptual, procedimental y actitudinal; generando un aprendizaje reflexivo y metacognitivo” (I.E.R.D Chimbe, 2012, p.106).

En este sentido, el modelo de aprendizajes productivos en la institución está enmarcado en una propuesta curricular orientada bajo el enfoque globalizador de Zabala (1999). Desde el cual, “se concreta la manera de organizar los contenidos desde una concepción de la enseñanza, en la que el objeto fundamental de estudio para el alumnado es el conocimiento y la intervención en la realidad” (I.E.R.D Chimbe, 2012, p. 101).

Después de esta caracterización, se pudo establecer que a nivel conceptual existe una alineación entre la propuesta pedagógica y la propuesta curricular de la institución. Sin embargo,

a través del análisis de las prácticas docentes que se desarrolla a continuación, se pudo verificar que existe poca alineación curricular, entre el PEI y las prácticas de enseñanza en la institución.

1.1.2 Análisis de las prácticas docentes en la institución. En esta etapa del diagnóstico institucional, se indagó acerca del nivel de alineación curricular, entre las prácticas de enseñanza y los presupuestos del modelo pedagógico de aprendizajes productivos. Para tal fin, se analizó el diseño de las clases (ver anexo 1) y la estructura de los planes de estudio, de las áreas de ciencias naturales (ver anexo 2), matemáticas y lenguaje. Los resultados encontrados en esta fase señalaron que las planeaciones de las clases estaban centradas en la enseñanza de contenidos. Demostrando que no se utilizan núcleos problémicos, como ejes centrales de los procesos de enseñanza.

En otras palabras, se encontró que las prácticas docentes, aunque tenían ciertos elementos que permitían el acceso de los estudiantes a otros escenarios prácticos, experienciales y tecnológicos (ver anexos 1 y 4), estaban dirigidas en mayor medida por el modelo tradicional y no por el modelo de aprendizajes productivos. De hecho, las prácticas de enseñanza no se encontraban relacionadas con los proyectos productivos que desarrollaban los estudiantes. Lo cual limita en ellos, la resolución de problemas a través del conocimiento científico-escolar.

Finalmente, con respecto a la evaluación, se encontró que básicamente era sumativa en todas las áreas (ver anexo 3). Además, en la planeación de las clases no se evidenciaron actividades referentes a la evaluación formativa, lo cual coarta la construcción de aprendizajes reflexivos y metacognitivos (I.E.R.D Chimbe, 2012). Por otro lado, se observó que las pruebas estandarizadas tienen una ponderación del 30% en la nota definitiva (I.E.R.D Chimbe, 2012), dándosele más

importancia a los resultados que al proceso, ignorando los ritmos de aprendizaje de los estudiantes.

1.2 Identificación de Necesidades y Problemas en la Enseñanza – Aprendizaje

Después de realizado el diagnóstico se evidenciaron las problemáticas que se exponen a continuación.

1.2.1 Alineación entre la práctica docente y el contexto de la institución. Se identificó la necesidad de relacionar los procesos de enseñanza-aprendizaje con el contexto rural, a través de la articulación con los proyectos productivos desarrollados por los estudiantes. Esto, con el fin de mejorar las prácticas educativas y generar aprendizajes significativos y contextualizados.

1.2.2 Diseñar procesos de evaluación formativa. Dentro de las conclusiones del diagnóstico institucional, se resaltó la importancia de modificar el sistema de evaluación empleado por los docentes. Debido a que, por su carácter sumativo, no da cuenta de los progresos o de las dificultades que deben ser superadas por los estudiantes. En consecuencia, se propuso establecer criterios de evaluación que permitieran generar aprendizajes autorregulados y significativos. De tal forma, que los jóvenes comprendieran que aprender es proponer explicaciones a los fenómenos de su entorno, y no solo repetir datos (Bransford, Brown, y Cocking, 2000, p. 12).

2 PROBLEMA GENERADOR

2.1 Problema Generador de la Intervención

La problemática identificada en el contexto académico de la institución señaló que los fines educativos propuestos en el proyecto educativo institucional, y específicamente en el modelo pedagógico de aprendizajes productivos, no se encontraban relacionados con las prácticas docentes, con la secuenciación de los saberes, ni con la evaluación de estos. Por lo tanto, era necesario reestructurar las prácticas de enseñanza, para alinearlas de forma concreta con los proyectos productivos de los estudiantes. Además, se resaltó la necesidad de re direccionar los procesos evaluativos, para que respondieran a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y al carácter formativo de la evaluación.

2.2 Delimitación del Problema Generador de la Intervención

Desde el área de química, surgió la necesidad de proponer un diseño instruccional para la enseñanza del concepto estructurante de cambio químico, que le permitiera a los estudiantes de grado décimo 10° de la IERD Chimbe, explicar las transformaciones químicas de las sustancias presentes en su entorno rural y en sus proyectos productivos. Esto, con el fin de establecer un diálogo coherente, entre el modelo de aprendizajes productivos y la práctica docente. Además, se planteó la necesidad de diseñar procesos de enseñanza centrados en el enfoque de indagación científica, que favorecieran un aprendizaje contextualizado y significativo, el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes (IERD Chimbe, 2012), y la aplicación de una evaluación formativa en el aula.

2.3 Pregunta Orientadora de la Intervención

¿Cuáles aprendizajes en relación al cambio químico se pueden generar a través de una secuencia didáctica centrada en el enfoque de indagación científica, que articule el contexto rural de los estudiantes de grado 10° de la IERD Chimbe, los proyectos productivos y la evaluación formativa en el proceso de enseñanza?

2.4 Hipótesis de Acción

Diseñar una secuencia didáctica centrada en la indagación, posibilita en los estudiantes el desarrollo de aprendizajes a nivel conceptual, procedimental, y actitudinal, que les facilita la comprensión macroscópica y microscópica de las transformaciones químicas que sufren las sustancias en su entorno rural. Evidenciando así, que un proceso de enseñanza-aprendizaje alineado con los proyectos productivos de la institución y orientado por un proceso de evaluación formativa, puede generar aprendizajes significativos en los estudiantes.

2.5 Referentes Teóricos y Metodológicos que Sustentan la Intervención

Los referentes teóricos se organizaron en función de tres aspectos estructurantes de la secuencia didáctica, el componente disciplinar, el componente didáctico y el componente metodológico.

2.5.1 Referente disciplinar. El objetivo al finalizar la intervención en el aula, se enfocó en que los estudiantes estuvieran en la capacidad de entender que “toda la materia en el universo está compuesta por partículas muy pequeñas” (Harlen, 2015, p. 23), y que existen

cambios químicos producto de la reorganización de la mismas. Por tal razón, las actividades de enseñanza se centraron en dos conceptos, el cambio físico y el cambio químico.

2.5.1.1 El cambio físico. El propósito inicial de la secuencia fue demostrar que la materia se transforma de diferentes maneras. Por tal razón, era importante diferenciar entre un cambio físico y un cambio químico. El cambio físico de una sustancia, es un fenómeno que “ocurre sin cambio alguno en su composición química” (Whitten, Davis, Peck, 1998, p. 10). Sin embargo, las propiedades físicas se alteran habitualmente cuando la sustancia sufre cambios químicos (Whitten, et al., 1998), y nos pueden servir como indicadores de estos.

Existen otros tipos de cambios físicos denominados cambios de estado. A nivel microscópico cada estado tiene una estructura característica. En los sólidos, “los átomos o moléculas de la sustancia están en contacto próximo” (Petrucci, Herring, Madura, Bissonnette, 2011, p. 7). En los líquidos, sus átomos y moléculas constitutivas, están más separadas que en los sólidos (Petrucci, et al., 2011), lo que les permite fluir. Y, en los gases la distancia entre las partículas es mucho mayor que en un líquido, lo que favorece que se expandan fácilmente. En consecuencia, cuando ocurre un cambio en el estado físico de una sustancia, por variaciones en la temperatura del sistema, las partículas ganan o liberan energía, modificando las fuerzas intermoleculares que definen su estado de agregación (Petrucci, et al., 2011).

2.5.1.2 El cambio Químico. “En una transformación química una o más muestras de materia se convierten en nuevas muestras con composiciones diferentes” (Petrucci, et al., 2011, p. 5), proceso que implica la ruptura de enlaces químicos y la reorganización de los átomos o iones, para formar las sustancias nuevas, generando cambios energéticos. Estas transformaciones se relacionan con las propiedades químicas de las sustancias, ya que representan “la capacidad o

incapacidad de una muestra de materia, para experimentar un cambio en su composición bajo ciertas condiciones” (Petrucci, et al., 2011, p. 5).

Por otra parte, para poder establecer un acercamiento entre el nivel de representación macroscópico (molar o sensorial), microscópico (partículas) y simbólico (ecuaciones, fórmulas) (Johnstone, 1982, citado por Raviolo, Garritz y Sosa, 2011) de un cambio químico, se utiliza la estequiometría. Ya que sirve para suministrar relaciones cuantificables entre las cantidades macro y microscópicas (Petrucci, et al., 2011) de las sustancias. Todo esto, orientado desde la ley de la conservación de la materia, propuesta por Lavoisier (1743-94), quien estableció, que “en la naturaleza, la materia no se crea ni se pierde, sólo se transforma” (Bascuñán, 1999).

Finalmente, se debe entender que “ninguna creación o destrucción de materia está dentro del alcance de la acción química. Los cambios que podemos producir consisten tan sólo en separar las partículas que estaban en estado de combinación y unir aquellas que previamente estaban separadas” (Dalton, 1808) citado por (Katz, 2011, p. 91).

2.5.2 Referente didáctico. Los estudiantes poseen fuertes obstáculos conceptuales para determinar la naturaleza discontinua de la materia (Mosquera, Ariza, Reyes y Hernández, 2010). Esta situación se origina en sus percepciones de tipo sensorial, según las cuales conciben el mundo microscópico (átomos, moléculas, redes iónicas, etc.), igual que el mundo macroscópico, pero en una escala más pequeña (Furió y Furió, 2000). Es decir, no comprenden la relación entre “el nivel macroscópico de las sustancias con sus propiedades y cambios y, por otra parte, el nivel microscópico de aquellas mismas sustancias que la Química modela a base de átomos, iones o moléculas” (Furió., 2000, pp. 300-301).

En consecuencia, esta fracturación entre la concepción macroscópica y microscópica de la materia, facilita el surgimiento de modelos alternativos, con los cuales los estudiantes explican los cambios químicos. Anderson (1999) citado por (Furió, 2000) propone algunos de ellos, por ejemplo, los estudiantes pueden concebir los cambios químicos como desaparición de productos, o como modificaciones en las que “el material varía su apariencia, pero sigue manteniendo su identidad” (Anderson, 1999) citado por (Furió, 2000. pp. 306-307). Por otra parte, los jóvenes mantienen la idea de que “toda reacción química incluye cambios observables, lo cual demuestra una débil interpretación microscópica del fenómeno” (Casado y Raviolo, 2005, p. 41). Además, los escasos conocimientos sobre conceptos fundamentales como “reactivo limitante, reactivo en exceso y producto, o la idea de que no toda reacción química implica combinar sustancias, pone de manifiesto la falta de trabajo experimental apropiado” (Casado y Raviolo, 2005, p. 41).

En este sentido, fue importante identificar las ideas previas de los estudiantes frente al cambio químico, ya que, a partir de ellas se diseñaron estrategias de enseñanza, que permitieron contrastarlas con las teorías científicas, para generar cambios conceptuales (Pozo, 1999). Éstos últimos, entendidos como procesos de construcción y discriminación de significados, y no como procesos conductistas de reemplazar conceptos y conductas de la historia cognitiva del aprendiz (Moreira y Greca, 2003). Lo revolucionario de esto, es que a partir del nuevo conocimiento los estudiantes pueden “tener nuevas perspectivas sobre los hechos que potencialmente les pueden posibilitar nuevas formas de procesar la información” (Caravita, 2001 citado por Moreira y Greca, 2003, p. 12).

Por otra parte, es importante que los estudiantes dejen de asumir el conocimiento científico como un conocimiento acumulativo e independiente de su contexto (Briceño y Benarroch, 2012).

Es decir, la idea es que los niños y jóvenes puedan entender la ciencia, como un campo de conocimiento que les permite explorar y comprender su entorno, para poder ejercer su papel como ciudadanos, englobando las implicaciones éticas, tecnológicas y sociales de sus realidades.

2.5.3 Referente metodológico de una clase de ciencias naturales. El objetivo de la educación científica en la escuela debe ser que los estudiantes aprendan a hacer ciencia y no solo que aprendan acerca de ella (Harlen, 1999). En este sentido, el enfoque de las clases depende inicialmente de la ciencia que se desea enseñar y de las razones por las cuales, las ciencias pueden ser importantes para el desarrollo social y cognitivo de los estudiantes que están en el aula. De esta manera, el conocimiento científico debe llevar a los niños y jóvenes hacia la comprensión de su entorno, dándole sentido a sus realidades a través de sus experiencias y aprendizajes.

Asimismo, enseñar ciencia implica cambiar el tipo de procesos y representaciones, desde las cuales los alumnos abordan los problemas de su cotidianidad (Pozo, 1999). Por esta razón, se deben poner a prueba sus modelos implícitos. Lo cual se puede conseguir, iniciando las clases con preguntas científicas y contextualizadas, que los obliguen a utilizar sus ideas previas para predecir y explicar. De este modo, el estudiante puede contrastar su modelo implícito con otros modelos que le permitan solucionar de mejor manera sus diferentes tareas (Pozo y Gómez 1998) citado por (Pozo 1999). Lo anterior evidencia que, la forma en que las personas aprenden ciencias, es muy similar a la forma en que los científicos construyen sus teorías (Harlen, 1999). En el campo científico y en el campo del aprendizaje, las ideas se transforman con experiencias nuevas y significativas (Harlen, 1999). Esto conlleva, a que las clases de ciencias se desarrollen en torno a cuatro fases propias del trabajo científico: predecir, comprobar, interpretar (Harlen,

1999, p.42) y comunicar resultados. Además, es importante que en el proceso de enseñanza, los estudiantes construyan un pensamiento crítico frente a la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Finalmente, se espera que el docente actúe como investigador experto. Por ende, su papel, debe ser encaminar a los estudiantes a que elaboren sus propias conclusiones, a partir de sus predicciones y del proceso de indagación. Esto, les permitirá construir aprendizajes significativos, que posteriormente, pueden utilizar en la resolución de nuevos problemas que se presenten en su entorno. Se requiere entonces, un proceso de evaluación formativa, en el cual el estudiante se apropie de su proceso de aprendizaje, que sea consciente de sus dificultades y alcances, y en el que además pueda relacionar sus aprendizajes con su contexto cotidiano

3 RUTA DE ACCIÓN

3.1 Objetivos de la Intervención

3.1.1 Objetivo general. Favorecer en los estudiantes, a través de la indagación científica, la construcción de un modelo de cambio químico, que articule la concepción macroscópica y microscópica de la materia, desde el cual puedan explicar las transformaciones de las sustancias en su entorno rural.

3.1.2 Objetivos específicos.

- Desarrollar en los estudiantes competencias propias del trabajo científico, como predecir, comprobar, interpretar y comunicar.
- Relacionar los aprendizajes de los estudiantes con su contexto rural, académico y social.
- Relacionar el contenido estructurante de cambio químico con los proyectos productivos de los estudiantes.
- Favorecer la evaluación formativa en los estudiantes, mediante el diseño de procesos de autoevaluación y coevaluación en el aula.

3.2 Propósitos de Aprendizaje

Con el fin de establecer indicadores que permitan obtener información acerca de los aprendizajes de los estudiantes (López, 2014), se propusieron ocho objetivos de aprendizaje, dirigidos a evaluar constructos de tipo conceptual, procedimental y actitudinal. Al final de cada una de las sesiones, se espera que el estudiante este en la capacidad de:

- Actividad 1: ¿Qué cambia en el huevo cuando lo cocinamos?: proponer modelos para explicar las transformaciones de la materia y aceptar la existencia de otros puntos de vista para interpretar el mismo fenómeno.
- Actividad 2: ¿En qué se parece la mantequilla, la parafina y el agua de los ríos que se seca en el verano?: explicar los cambios de estado como cambios físicos que experimentan los materiales del entorno, teniendo en cuenta sus variaciones energéticas
- Actividad 3: ¿Se pueden transformar la leche, el huevo y los desperdicios de la cocina, en otras sustancias?: reconocer que existen cambios en la materia que implican la formación de nuevas sustancias.
- Actividad 4: ¿Por qué arden las velas?: identificar las sustancias que participan en un cambio químico y representar la interacción atómica mediante una ecuación química.
- Actividad 5: ¿Todas las transformaciones químicas en tu entorno son iguales?: identificar y clasificar algunos cambios químicos que ocurren en el cuerpo o en el entorno
- Actividad 6: ¿Cómo podemos comprobar la ley de la conservación de la materia?: demostrar la ley de la conservación de la materia en un cambio químico.
- Actividad 7: Mediciones en las transformaciones químicas: establecer las cantidades teóricas de los reactivos y productos que participan en un cambio químico, con el fin de comprobar ley de la conservación de la materia.
- Actividad 8: Mi proyecto productivo y las transformaciones químicas: Construir un diseño experimental que le permita explicar las transformaciones de la materia en su entorno, teniendo en cuenta el modelo de cambio químico como reorganización atómica.

3.3 Participantes

En el proceso de intervención participaron 11 estudiantes de grado décimo de educación media de la IERD Chimbe, cuyas edades oscilaban entre los 14 y 16 años. El análisis social, económico y familiar del grupo, señaló que todos ellos eran habitantes del sector rural del municipio de Albán, ubicados en los estratos socioeconómicos 0, 1 y 2. Además, se evidenció que las fuentes de empleo de sus núcleos familiares, radicaban básicamente en la agricultura, el cuidado de fincas aledañas a la institución educativa, en el servicio de limpieza y oficios varios, o en la vigilancia en seguridad privada. Y, que la mayoría de sus madres se desempeñaban como amas de casa.

Por otra parte, al comenzar el diseño de intervención, se analizaron los intereses y percepciones del grupo focalizado (ver anexo 4). De este se concluyó que eran estudiantes cuya actitud hacia la clase de ciencias era positiva. Se sentían cómodos aprendiendo ciencias y se interesaban en crecer intelectualmente, con las herramientas conceptuales proporcionadas en cada una de las sesiones. Sin embargo, se identificó la necesidad de hacer de las clases espacios más prácticos y menos teóricos. Finalmente, con respecto a la evaluación, la percibían como instrumentos de recolección de datos, las cuales determinan si aprendieron o no los temas de la clase. Lo cual indicó que no la veían como un proceso complementario de su aprendizaje.

3.4 Estrategia Didáctica y Metodológica

El diseño de intervención se consolidó en una secuencia didáctica, que al ser un “sistema organizativo y estructural de acciones” (Hernández, Buitrago y Torres, 2009, p.4), permitió a los estudiantes acercarse progresivamente a la construcción de un modelo macroscópico y

microscópico de cambio químico (figura 1, secuenciación). La secuencia se centró en el enfoque de indagación científica (Worth, Duque, Saltiel, 2009). En concordancia con ello, las clases se desarrollaron en torno a cuatro fases: “relacionar (observar y enunciar predicciones), comprobar (planificar, probar, observar, medir, registrar), interpretar (reconocer pautas, extraer conclusiones, reflexionar)” (Harlen, 1999, p. 42) y comunicar (socializar resultados a través de discusiones grupales orientadas por la maestra). Como se mencionó anteriormente, las actividades de la secuencia, estuvieron enfocadas a desarrollar en los estudiantes tres tipos de saberes el conceptual, el procedimental y el actitudinal (IERD Chimbe, 2012). En específico, frente al saber conceptual, se trabajaron los conceptos de cambio físico, cambio químico, tipología y simbología de las reacciones, ley de la conservación de la materia y naturaleza corpuscular de las sustancias. En el campo procedimental, se desarrollaron todas las actividades teniendo en cuenta la metodología del trabajo científico, y en el campo actitudinal, todas las sesiones se trabajaron en parejas y las socializaciones siempre fueron grupales, con el fin de que comprendieran la construcción social del conocimiento.

La secuencia contó con 9 actividades, todas articuladas entorno a la pregunta orientadora: ¿Qué tipo de cambios pueden sufrir los materiales de mi entorno? Esta pregunta, se construyó con el fin de abordar el concepto estructurante de cambio químico y relacionarlo con el contexto rural de los estudiantes y sus proyectos productivos (figura 1). Dentro de la secuencia, la primera actividad se diseñó para identificar las ideas previas de los estudiantes frente al concepto de cambio químico y en la última actividad se aplicó una prueba estandarizada, que evaluó

algunas competencias conceptuales y procedimentales trabajadas durante la aplicación de la propuesta de intervención.

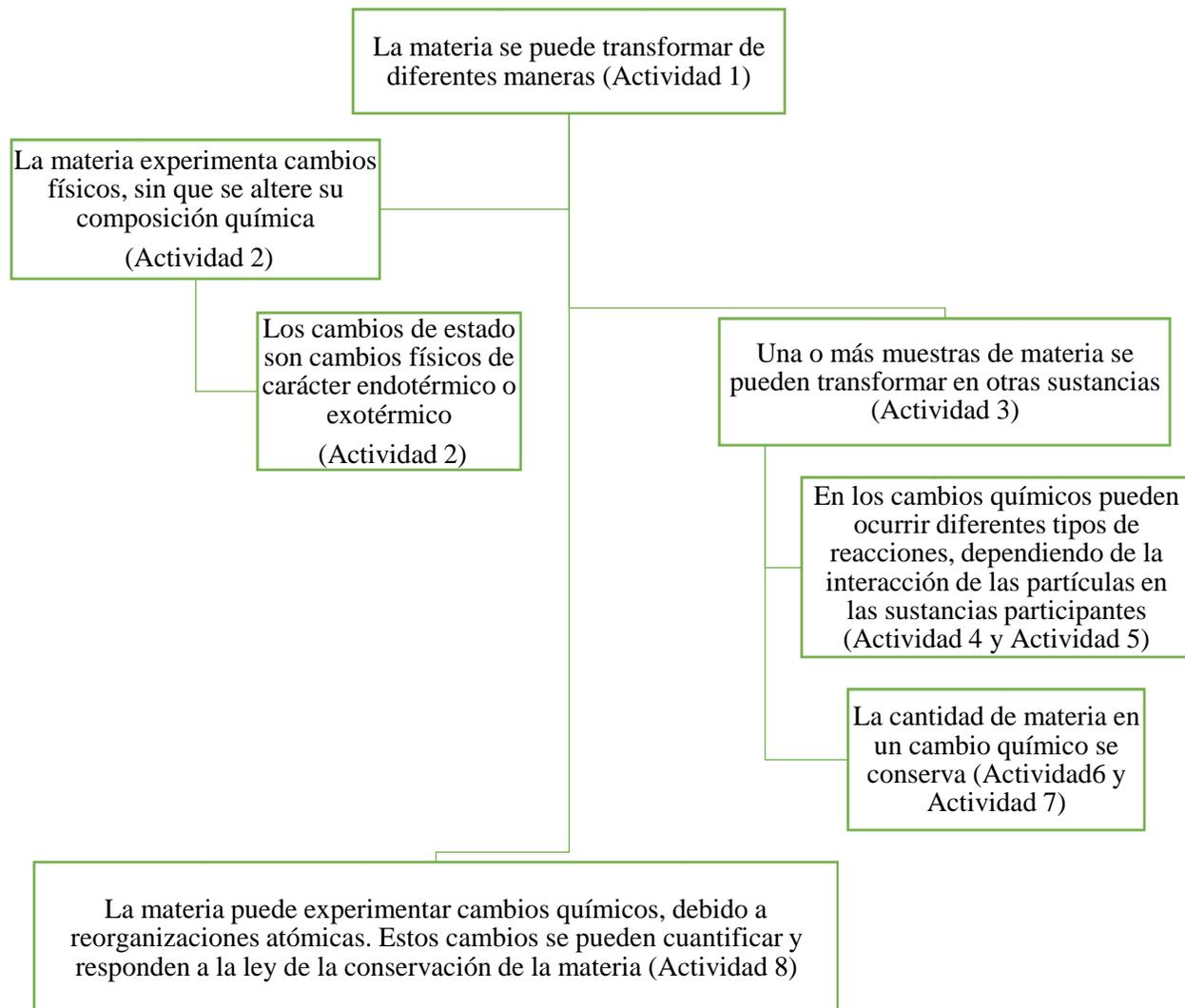


Figura.1 Diagrama referente a la secuenciación de los saberes focalizados en las actividades de la secuencia didáctica.

Por otra parte, durante las sesiones de clase el rol del estudiante fue activo y central.

Mientras que el rol del maestro se enfocó a orientar y asesorar todos los momentos de la

indagación. Por tal razón, la retroalimentación del grupo por parte del maestro se hizo al finalizar cada una de las actividades, con el fin de aclarar las conclusiones obtenidas por ellos durante el proceso de comprobación de sus predicciones. Adicional a esto, la secuencia articuló un proceso de evaluación formativa, que permitió a los estudiantes reflexionar sobre su trabajo en el aula.

3.5 Planeación de actividades

A continuación, se presenta la descripción de cada una de las actividades desarrolladas en la secuencia didáctica.

Tabla 1. Descripción actividades secuencia didáctica.

Actividad y Pregunta orientadora	Objetivo de Aprendizaje	Descripción	Tiempo
Actividad 1: ¿Qué cambia en el huevo cuando lo cocinamos?	Proponer modelos para explicar las transformaciones de la materia y aceptar la existencia de otros puntos de vista para interpretar el mismo fenómeno.	Esta primera sesión se diseñó para identificar las concepciones alternativas de los estudiantes frente al cambio químico (Ver anexo 5). Es decir, a partir de la pregunta orientadora cada estudiante construyó sus predicciones, evidenciando así, los modelos de cambio químico que poseía. Posteriormente, se analizaron las características organolépticas del huevo crudo y del huevo cocido. Los estudiantes registraron los resultados en tablas y dibujaron representaciones corpusculares de las partículas de las sustancias analizadas. Adicional a esto, escribieron una conclusión contrastando sus resultados con las predicciones propuestas, y la socializaron con las otras parejas del salón. Por otra parte, el rol del docente en la discusión fue el de orientador pasivo, ya que se requería que los estudiantes evidenciaran sus puntos de vista.	1 Hora
Actividad 2 : ¿En qué se parece la mantequilla, la parafina y el agua de los ríos que se seca en el verano?	Explicar los cambios de estado como cambios físicos que experimentan los materiales del entorno, teniendo en cuenta sus	La clase comenzó con la elaboración de predicciones por parte de los estudiantes frente a la pregunta orientadora de la sesión. El grupo se dividió en dos partes, un subgrupo se encargó de analizar los cambios físicos de la mantequilla y la parafina, registrando sus análisis en tablas previamente diseñadas por la maestra en las guías de trabajo. El otro subgrupo se encargó del análisis de los cambios de estado sufridos por el agua, experimentando con diferentes temperaturas y tiempos. A partir de los resultados obtenidos, los estudiantes construyeron un diagrama en donde se relacionaban las dos variables. A los dos subgrupos, se les pidió	2 Horas

variaciones energéticas

que dibujaran la representación corpuscular de los cambios de estado sufridos por las sustancias analizadas. Además, se relacionaron los cambios de estado observados, con los procesos endotérmicos y exotérmicos descritos en las guías de trabajo (Ver anexo 6). Al finalizar la sesión, cada subgrupo socializó los análisis hechos, y construyeron sus conclusiones utilizando conceptos como cambio físico, partículas, calor, proceso endotérmico y proceso exotérmico.

Actividad 3: ¿Se pueden transformar la leche, el huevo y los desperdicios de la cocina, en otras sustancias?

Reconocer que existen cambios en la materia que implican la formación de nuevas sustancias.

En esta sesión se buscaba que los estudiantes reconocieran los cambios químicos en algunos materiales de su entorno (Ver anexo 7). La clase comenzó con las predicciones de los estudiantes frente a la pregunta orientadora. Luego, en parejas observaron, describieron y registraron en tablas, las características de los materiales llevados a la clase. Además, analizaron las variaciones de algunas propiedades físicas y químicas de la leche y de los residuos orgánicos, cuando se transforman en yogurt y compost, respectivamente. Después de las observaciones hechas, cada pareja contrastó sus predicciones, teniendo en cuenta los cambios analizados. Posteriormente, se dispuso de 10 minutos, para que los estudiantes realizaran la lectura del texto *Crudo y cocido*, con el fin de complementar lo trabajado en la clase.

1 Hora

Actividad 4: ¿Por qué arden las velas?

Identificar las sustancias que participan en un cambio químico y representar la

En esta sesión los estudiantes analizaron las sustancias participantes en el proceso de combustión de una vela (Ver anexo 8). La actividad se diseñó para que los jóvenes analizaran el experimento de Joseph Presley (lectura histórica propuesta en las guías de trabajo), y luego pudieran contrastar esos análisis reproduciendo el experimento. El objetivo era que

2 Horas

interacción atómica mediante una ecuación química.	comprendieran cuales sustancias actuaban como reactivos y cuáles se producían. Además, durante la actividad se relacionó el nivel macroscópico, microscópico y simbólico de las sustancias (Johnston, 1982) citado por (Ravioli, Garrita y Sosa, 2011). Para tal fin, se les preguntó a los estudiantes después de la experimentación, ¿cuál cambio químico pudieron identificar? y ¿qué sustancias cree que se formaron en él? Luego se les pidió que representaran todo el proceso de la combustión, utilizando símbolos químicos y un modelo de bolitas para la representación corpuscular. A partir de las respuestas de los estudiantes, la maestra enfocó la discusión de la clase hacia la definición de los reactivos y productos participantes en la reacción observada.
--	---

Actividad 5: ¿Todas las transformaciones químicas en tu entorno son iguales?

Identificar y clasificar algunos cambios químicos que ocurren en el cuerpo o en el entorno	En esta sesión los estudiantes comenzaron su trabajo proponiendo predicciones sobre la pregunta orientadora de la clase (Ver anexo 9). Además, los jóvenes debían observar, analizar y clasificar cambios químicos de su entorno, como la oxidación de herramientas y alimentos, la reacción de agua oxigenada con la sangre, y la reacción del bicarbonato usado para el tratamiento de las úlceras. A partir de los resultados obtenidos durante la experimentación, y teniendo en cuenta la retroalimentación de la maestra, debían establecer los reactivos y productos presentes en estas reacciones, y clasificarlas de acuerdo con sus características. Después de esto, y en relación con lo trabajado en la sesión anterior, los estudiantes tenían que representar las reacciones observadas, mediante ecuaciones químicas y modelos corpusculares.	1 Hora (primera sesión)
		2 horas (segunda sesión)

Actividad 6: ¿Cómo podemos comprobar la ley de la conservación de la materia?	Demostrar la ley de la conservación de la materia en un cambio químico.	Esta actividad se diseñó para que los estudiantes comprobaran la ley de la conservación de la materia, experimentando con la reacción entre bicarbonato de sodio y el ácido acético (Ver anexo 10). El objetivo era que los jóvenes evidenciaran que la materia no se pierde ni se gana, durante un cambio químico, relacionando las masas de los reactivos y productos. Al igual que en las anteriores sesiones, los estudiantes desarrollaron un proceso de indagación y comunicación de conclusiones. Como tarea adicional para la casa, los estudiantes relacionaron la temática vista, con una lectura referente a la quema de basuras, problemática ambiental propia de los sectores rurales del país. Esto con la intención de analizar las implicaciones CTS (ciencia, tecnología y sociedad) en su contexto rural.	1 Hora
Actividad 7: Mediciones en las transformaciones químicas.	Establecer las cantidades teóricas de los reactivos y productos que participan en un cambio químico, con el fin de comprobar ley de la conservación de la materia.	Esta sesión se construyó para que a partir de la reacción trabajada con bicarbonato de sodio y vinagre (trabajada en la sesión 6) (Ver anexo 11), los estudiantes aprendieran a utilizar procedimientos matemáticos, para establecer las cantidades teóricas de los productos que se obtienen en un cambio químico. Al igual que en la actividad 6 (A6), los estudiantes analizaron las relaciones cuantitativas en una reacción química. En este sentido, la función de la maestra estuvo encaminada a explicar el componente matemático de la ley de la conservación de la materia.	2 Horas
Actividad 8: Mi proyecto productivo y las	Construir un diseño experimental que	Durante esta sesión los estudiantes construyeron un diseño experimental que les facilitó identificar y analizar, los cambios químicos que sufren los materiales con los cuales desarrollan sus proyectos productivos o de	2 Horas

transformaciones químicas.

le permita explicar las transformaciones de la materia en su entorno, teniendo en cuenta el modelo de cambio químico como reorganización atómica.

agroindustria (Ver anexo 12). La función de la maestra fue de acompañamiento y de orientación. Al inicio de la clase, cada grupo socializó sus predicciones y de esta forma, la maestra podía orientar las diferentes indagaciones. El objetivo de la actividad, se enfocó en que los estudiantes utilizaran los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales aprendidos hasta el momento en la secuencia didáctica. Evidenciándolos en el diseño de su práctica, en la construcción de sus análisis de resultados y en la elaboración de sus conclusiones.

Actividad 9: Evalúas tus competencias científicas.

Esta es la actividad final de la secuencia didáctica. No tenía objetivo de aprendizaje ya que correspondía a una prueba estandarizada (Ver anexo 13), que de acuerdo con lo reglamentado por el PEI, tenía como propósito evidenciar las fortalezas y debilidades del educando en el proceso de formación académica (I.E.R.D Chimbe, 2012). En esta actividad, se tuvo en cuenta los criterios establecidos por las pruebas Saber grado 11°, diseñadas por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). La prueba constó de 21 puntos tomados y adaptados del banco de preguntas del ICFES.

1 Hora

3.6 Instrumentos de Evaluación de los Aprendizajes

La evaluación en la secuencia didáctica tuvo dos intenciones, la primera era obtener información sobre lo que los estudiantes conocían y sabían hacer (López, 2014, p. 93) y la segunda, analizar los resultados de aprendizaje para ir tomando decisiones sobre la estructura de las actividades. En este sentido, la evaluación se centró en los tres saberes estructurantes de la secuencia: el conceptual, el procedimental y el actitudinal. Además, en todas las actividades se evidenció un proceso de retroalimentación continua, a través de las socializaciones entre los grupos de trabajo y el maestro. Adicional a esto, se analizaron y retroalimentaron las guías de trabajo de los estudiantes, mediante rúbricas (ver anexo 14) que establecieron los criterios para analizar los saberes ya mencionados. Estas rúbricas, junto con el diseño de procesos de coevaluación y autoevaluación (ver anexo 14), tuvieron como objetivo permitir que los estudiantes reflexionaran sobre sus avances y dificultades, para hacer de su aprendizaje un proceso autorregulado. Finalmente, se diseñó una prueba estandarizada (ver anexo 13), para evaluar las competencias científicas trabajadas durante secuencia didáctica.

4 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Durante la aplicación de la secuencia didáctica, se llevó a cabo un registro sistemático de los resultados obtenidos durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. A partir de estos datos cualitativos, se presenta el siguiente análisis acerca de los alcances y oportunidades de mejora de la secuencia didáctica.

4.1 Descripción de la intervención

La secuencia didáctica se desarrolló con 11 estudiantes del grado 10° de la IERD Chimbe. En ella se trabajaron 9 actividades de indagación científica, en las que los estudiantes construyeron predicciones y conclusiones, frente a los cambios físicos y químicos que podían sufrir algunos materiales de su entorno rural. Cada sesión de clase se dividió en tres momentos, en el primero, los estudiantes proponían sus predicciones frente a las preguntas orientadoras de cada sesión. En el segundo momento, desarrollaron procesos de indagación guiada que finalizaba con la elaboración de conclusiones. Y finalmente, en el tercer momento se hacía la socialización de las conclusiones y la retroalimentación por parte de la docente.

Los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de estas actividades, se desarrollaron de acuerdo a lo planeado en el capítulo 3. Sin embargo, el tiempo estipulado para la ejecución de las actividades 2, 3, 5, 6, y 7 no fue suficiente, debido a que los grupos de trabajo dedicaron más tiempo al planteamiento de predicciones y al desarrollo de la parte experimental. Por tal razón, las socializaciones en estas sesiones, tuvieron que realizarse al comienzo de las otras actividades. A pesar de esto, como los resultados y las conclusiones ya estaban registradas en las guías de trabajo al finalizar cada sesión, no hubo problema con la socialización grupal, ni

con la retroalimentación por parte de la maestra. No obstante, esta situación obligó a utilizar una sesión de clase adicional para finalizar la aplicación de las actividades de la secuencia didáctica.

4.2 Reflexión Sobre las Acciones Pedagógicas

Uno de los aspectos más representativos del proceso de intervención fue transformar las prácticas tradicionales de enseñanza, dejando de lado el “facilismo de la clase convencional” (García, 2010, p. 2). Esta transformación implicó como docente, el diseño y la ejecución cuidadosa de la propuesta didáctica teniendo en cuenta durante todo el proceso, el contexto rural, la naturaleza de la ciencia y los problemas a los que se enfrentaron los estudiantes cuando intentaban comprender el concepto de cambio químico. De esta manera, fue posible evidenciar un nuevo rol del docente en las clases de ciencias, el cual pasó de transmitir conocimientos, a orientar el proceso de indagación científica en el aula. Este aspecto fue uno de los más enriquecedores de la implementación de la secuencia, ya que fue posible interactuar con cada grupo de trabajo, escuchar sus ideas, sus preguntas, registrar sus progresos y sentir el cambio favorable en sus actitudes frente al aprendizaje. A diferencia de las clases magistrales, este tipo de sesiones resultaron ser más productivas y motivadoras no solo para los estudiantes sino para la docente, debido a que las emociones que experimentaron los jóvenes al ser estimulados intelectualmente (Zapata, 2016), los predispuso de forma positiva hacia el aprendizaje de una ciencia que para ellos era compleja. Fue así, que incluso los estudiantes menos destacados se sintieron seguros de participar en las actividades y de argumentar sus ideas utilizando el conocimiento científico.

En este sentido, el rol del docente fue más activo que en una clase tradicional, ya que tuvo que participar en la construcción de los tres saberes en el aula. Con respecto al saber conceptual,

asesorando a los estudiantes frente a la comprensión y uso de conceptos referentes al cambio químico. A nivel procedimental, formulando preguntas de diferentes tipos, desde aquellas que les demandaban sólo recordar conceptos vistos, hasta preguntas desafiantes que les implicaban indagar (González et al., 2012). Además, ayudando a la construcción de los montajes, uso de instrumentos y registro de resultados. A nivel actitudinal, a través de un diálogo permanente y constructivo con los estudiantes, relacionando sus aprendizajes con situaciones de su vida diaria (González et al., 2012), señalando la relevancia de sus aportes y progresos. En este sentido, cobró importancia el paso de la evaluación sumativa a la evaluación formativa, ya que los jóvenes asumieron su aprendizaje de manera más espontánea, percibiendo a la docente como asesora en su proceso de aprendizaje y no como ente evaluador. Por ejemplo, en la encuesta final, los estudiantes afirmaron que veían a la maestra como “una guía”, dispuesta a “atender las preguntas de los alumnos”, a observar y a orientar su trabajo, proponiéndoles preguntas y motivándolos siempre que lo necesitaran (ver anexo 15).

Por otra parte, a pesar de los aspectos positivos encontrados en el cambio de metodología de trabajo en el aula, existen otros elementos en cuanto a la práctica docente, susceptibles de ser mejorados. El primero, hace referencia a evitar sugerir las respuestas por anticipado a los interrogantes que se hacen los estudiantes, ya que hubo momentos en los que por costumbre la maestra cayó en este error, situación que puede evitar que el joven convierta su inquietud en una pregunta generadora que lo lleve a la indagación (Narváez, 2014). Finalmente, el otro aspecto a mejorar es el manejo de los tiempos en el aula, ya que en vista del interés de los grupos de trabajo por elaborar sus predicciones y por desarrollar la parte experimental, la docente fue flexible con los tiempos establecidos para estos momentos, lo que alteró la planeación establecida en el cronograma de la intervención.

4.3 Sistematización de la Práctica Pedagógica en Torno a la Propuesta de Intervención.

Con el fin de sistematizar los resultados obtenidos durante la aplicación de la secuencia didáctica, se utilizaron diarios de campo, encuestas (antes y al final del proceso) y guías de trabajo. Estos instrumentos permitieron registrar los aspectos más relevantes en cuanto a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales focalizados. La información recolectada se articuló en tres categorías teniendo en cuenta los objetivos del diseño de intervención. De esta manera, las evidencias se organizan a continuación, teniendo en cuenta la progresión de los aprendizajes de los estudiantes frente al cambio químico y físico; el impacto de la metodología de indagación científica en la motivación y en la concepción del trabajo científico de los estudiantes; y los progresos con relación a la aplicación de la evaluación formativa en el aula.

4.3.1 Progresión de los aprendizajes de los estudiantes frente a los conceptos de cambio físico y cambio químico. Diferenciar cuándo una sustancia sufre un cambio físico o un cambio químico, se considera una de las principales dificultades al momento de comprender el concepto de transformación química (Méndez, 2013). Por esta razón, el objetivo principal de la primera actividad de la secuencia², fue identificar las predicciones construidas por los estudiantes en relación a estos dos conceptos, para generar paulatinamente cambios conceptuales en sus ideas previas (Pozo, 1999). De esta manera, se encontró que para el grupo, los cambios observados durante la cocción del huevo eran de carácter físico. Además, según lo evidenciado en sus guías de trabajo, coincidieron en hacer alusión al cambio en las propiedades organolépticas para describir los cambios observados. Un ejemplo de las respuestas de los

² Actividad 1: *¿Qué cambia en el huevo cuando lo cocinamos?*

estudiantes que soportan esta evidencia es: “pudimos observar cambios a nivel organoléptico, como el color que en estado líquido se manifiesta en la clara con un blanco transparente y naranja rojizo en la yema, mientras que en estado sólido los colores cambian”. Evidenciando así, lo propuesto por Anderson (1999), quien aduce que los estudiantes perciben los cambios químicos, como modificaciones en las que “el material varía su apariencia, pero sigue manteniendo su identidad” (Furió, 2000. pp. 306-307).

Además, en concordancia con su percepción organoléptica, relacionaron la variación en la textura del huevo con un cambio de estado, como ocurre con los estados de agregación del agua. Un ejemplo de este aspecto es la respuesta de un estudiante, según la cual, “la organización de las moléculas cambian, en este caso, las moléculas pasan de una organización aislada a una organización densa, para así dar las propiedades de solidificación” (tomada de guía de trabajo actividad 1). Esto posiblemente ocurra porque los jóvenes muestran mayor dificultad para diferenciar un cambio físico de uno químico, en sustancias distintas al agua (Cañada et al., 2013 citado por Dávila et al, 2017). Así, de acuerdo con Cañada et al. (2013), este tipo de dificultades en el aprendizaje, se puede originar gracias a que en las explicaciones de las clases y en los ejemplos que recogen los libros de texto, se muestra generalmente los cambios de estado del agua (Cañada et al., 2013), limitando así, las posibilidades de los estudiantes de transferir sus aprendizajes a otras situaciones.

Aparte de las concepciones alternativas ya mencionadas, las predicciones de algunos estudiantes, señalaron que no reconocían la influencia del calor en los procesos endotérmicos o exotérmicos. Por ejemplo, un estudiante afirmó que “el huevo al cocinarlo cambia de textura, color, sabor y olor debido a que las partículas se unen por el calor” (tomada de guía de trabajo actividad 1). Sin embargo, esta situación no se presentó con todos los jóvenes, ya que una pareja

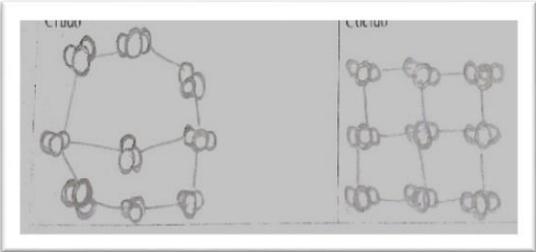
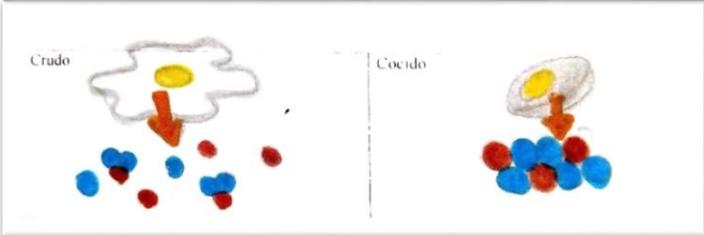
de trabajo al percibir que se le estaba agregando calor al sistema, planteó el interrogante de “¿por qué si existe un cambio de estado, no pasa de líquido a gas, sino a estado sólido?” (tomada de diario de campo actividad 1). La pregunta se socializó con todo el grupo, y permitió identificar otras percepciones con respecto a los cambios de estado. Algunos ejemplos se citan a continuación:

Tabla 2. Ejemplos de respuesta de los estudiantes

1. Posiblemente era por la cáscara, porque es “una cubierta protectora: esto hace que al momento de ebullición, las partículas en vez de ser dispersas se agrupan” (tomada de una guía de trabajo actividad 1)
2. Podía ser por los componentes del huevo, ya que “presenta propiedades distintas al agua, por lo que no se vuelve gaseoso, sino que se convierte en una masa sólida” (tomada de una guía de trabajo actividad 1).
3. “No fue suficiente la energía proporcionada por el calor para que esta se modificase” y cambiara a estado gaseoso (tomada de una guía de trabajo actividad 1).

De las respuestas anteriores, se resaltó que solo un estudiante reconocía la influencia de la energía en los cambios de estado (respuesta 3), sin embargo, articuló este concepto a su idea previa de asumir la cocción del huevo como un cambio físico. Por su parte, las respuestas 2 y 3, indicaron que varias de las explicaciones de los estudiantes no se ubican en el nivel microscópico, percibiendo la materia como un continuo. Y aunque se encontraron otras percepciones de la materia más corpusculares (respuesta 1), les asignaban propiedades macroscópicas a las partículas, de hecho, a partir de sus representaciones, se pudieron analizar otros niveles explicativos que tenían los estudiantes frente a la corpuscularidad de la materia (Benarroch, 2001):

Tabla 3. Representaciones de los estudiantes de las partículas del huevo crudo y cocido.

Representaciones de los estudiantes de las partículas del huevo crudo y cocido (tomadas de guías de trabajo actividad 1).	Análisis
	<p>A pesar que intentan dar explicaciones microscópicas, “la materia se percibe como continua, salvo que macroscópicamente se observe algo” (Benarroch, 2001, p. 127). (3 estudiantes presentaron este tipo de respuesta)</p>
	<p>“La materia está formada por partículas y vacío necesario entre las mismas. Sus explicaciones están fundamentadas en la disposición de las partículas (más separadas o menos)” (Benarroch, 2001, p. 127). (2 estudiantes presentaron este tipo de respuesta)</p>
	<p>La materia se percibe continúa embutida de partículas (explicaciones pseudomicroscópicas) (Benarroch, 2001, p. 127). (6 estudiantes presentaron este tipo de respuesta)</p>

A pesar de que estas representaciones estuvieron ligadas a la idea previa de percibir la cocción del huevo como un cambio de estado, se pudo evidenciar que su concepción atomista estaba ligada a sus aprendizajes escolares, más que a su visión acerca del comportamiento de las

partículas durante un cambio de estado (Blanco, 1995 citado por Benarroch, 2001). Por tal razón, intentaron utilizar redes cristalinas para graficar el estado sólido, y esferas de colores para señalar la existencia de diferentes sustancias y su grado de proximidad, como se había trabajado en clases anteriores.

Después del anterior análisis hecho a las ideas previas de los estudiantes, durante el desarrollo de la actividad 2³, se observaron mejoras significativas frente a su concepción de los cambios de estado. Una evidencia de esto, es que los estudiantes comenzaron a utilizar los conceptos de energía, reversibilidad y proceso endotérmico, en sus conclusiones:

Tabla 4. Conclusiones de los estudiantes frente al cambio físico

Reversibilidad	Proceso endotérmico	Energía	Cambio físico
“también se puede ver que los cambios de estado son reversibles, esto quiere decir que si un elemento cambio de estado, puede volver al mismo del que partió” (tomada de guía de trabajo actividad 2).	“nos dimos cuenta de los cambios de estado que inducimos al proporcionar calor; las partículas de los elementos se dispersan y hay un proceso endotermico”(tomada de guía de trabajo actividad 2).	“al aumentar su temperatura sus partículas concentradas, se van separando por la energía concentrada” (tomada de guía de trabajo actividad 2).	“estas sustancias son similares puesto que al aplicar calor durante un tiempo, estas presentan cambios físicos, ya que sus partículas pasan de estar unidas en el estado sólido a estar dispersas en estado líquido”. (tomada de guía de trabajo actividad 2)

³ Actividad 1: ¿en qué se parece la mantequilla, la parafina y el agua de los ríos que se seca en el verano?

Sin embargo, en sus definiciones se observó que existen concepciones alternativas en lo referente al concepto de elemento y compuesto. Situación derivada posiblemente, “de no tener asimilado el concepto macroscópico de sustancia como cuerpo caracterizado por tener un conjunto de propiedades específicas y, por el contrario, tener una idea ambigua donde se asocia la idea de material con la de sustancia” (Furió y Furió, 2000, p. 306). Esta concepción, se trabajó posteriormente en las otras sesiones de clase, pero persistió hasta el final de la intervención, probablemente porque no se explicitó en los objetivos de aprendizaje de cada sesión y se trabajó de forma más verbal.

Por otra parte, los estudiantes lograron identificar que las partículas están más próximas en el estado sólido y más separadas en el estado líquido y gaseoso, adquiriendo progresivamente, una visión discontinua de la materia (Benarroch, 2001) (Fig. 2).

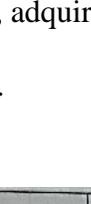
Cambio de Estado	Proceso endotérmico o Exotérmico	Representación microscópica de las partículas (dibujo)
Congelamiento	Exotermicos	
Evaporación	Endotermicos	

Fig. 2. A

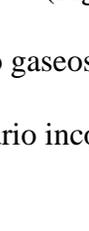
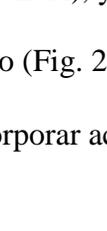
Cambio de Estado	Proceso endotérmico o Exotérmico	Representación microscópica de las partículas (dibujo)
Fusión	Endotermico	
Evaporación	Endotermico	

Fig. 2. B

Figura 2. Representación corpuscular de los cambios de estado

No obstante, a pesar de los progresos se observó que solo 1 estudiante intentó graficar el estado sólido como una estructura geométrica organizada (Fig. 2. A), y que solo 1 estudiante representó el movimiento de las partículas en el estado gaseoso (Fig. 2. B). Lo que sugiere, que para aplicaciones posteriores de la secuencia es necesario incorporar actividades que profundicen

estos aspectos. Es más, sería necesario diseñar una secuencia que abordé únicamente los cambios físicos y los cambios de estado, para que los aprendizajes de los estudiantes sean más significativos.

Luego del estudio de los cambios de estado, en la secuencia se retomó la idea previa que consideraba la transformación del huevo como física (actividad 3), y se propuso a los grupos de trabajo la pregunta: *¿se pueden transformar la leche, el huevo y los desperdicios de la cocina, en otras sustancias?* La totalidad de estudiantes, coincidieron en afirmar que sí, de hecho, la mayoría de predicciones estuvieron relacionadas con lo que habían observado en sus proyectos agroindustriales. Por ejemplo, un estudiante señaló que: “si, ya que con la leche podemos hacer quesos, yogures, con el huevo se pueden hacer tortas, y en los desperdicios de cocina se llevara un proceso en el cual está materia la podremos transformar en abono orgánico para diferentes tipos de cultivo” (tomada de guía de trabajo actividad 3). Por tal razón, concluyeron fácilmente que las sustancias iniciales sí se transformaron, reconociendo además, que las propiedades físicas se podían alterar cuando la materia sufría este tipo de cambios (Whitten, et al., 1998): “en todos se forman nuevas sustancias ya que hay una unión de sustancias con otras formando una nueva; podemos hayar cambios químicos porque cambia su forma, color, textura entre otras características” (tomada guía de grupo de trabajo actividad 3). Un aspecto relevante de estas conclusiones fue que los jóvenes comenzaron a relacionar sus actividades cotidianas, con las transformaciones químicas. Sin embargo, la visión de cambio químico que expresaban, hasta este momento, era principalmente macroscópica (Medina y Narváez, 2001).

Después de que los estudiantes reconocieron la existencia de los cambios químicos en su entorno, se abordaron los conceptos de reactivos, productos y ecuaciones químicas a través del fenómeno de la combustión (actividad 4: *¿Por qué arden las velas?*). En sus predicciones

señalaban la influencia de una sola sustancia en el cambio químico, ya fuese el oxígeno o la parafina de la vela. Es decir, no identificaban la interacción de dos sustancias en la reacción, ni especificaban los productos de la misma. Además, algunos veían el proceso químico como transmutación del material inicial, donde las sustancias se transformaban en otras nuevas, sin relación alguna con las originales o simplemente señalaban la conversión de la energía en materia (Furió y Furió, 2000).

Una evidencia de lo mencionado anteriormente, es la respuesta de uno de los estudiantes, quien afirmó que “el oxígeno se convirtió en otra sustancia porque el fuego elimina el oxígeno y produce otra sustancia” (tomada de guía de trabajo actividad 4). No obstante, después de analizar el fenómeno de ahogamiento de la llama de la vela dentro de la botella, en la parte experimental, pudieron reconocer la interacción de dos sustancias en la combustión: “luego de que la vela consume todo el oxígeno deja como resultado CO_2 y H_2O ” (tomada de guía de trabajo actividad 4), lo cual señaló progresos en sus aprendizajes frente a la concepción de cambio químico. Adicional a esto, se efectuó el proceso de retroalimentación con todo el grupo y con la maestra, haciendo énfasis en la corpuscularidad de las sustancias participantes en la reacción y en el concepto de conservación. A pesar de esto en sus conclusiones, solo 3 estudiantes relacionaron el cambio químico con la reorganización de las partículas, argumentando, por ejemplo, que “hay un cambio químico, puesto que quemar altera la organización de las partículas” (tomada de guía de trabajo actividad 4). Sin embargo, la tarea de construcción de modelos referentes a la combustión de la parafina, les permitió acercarse más a la comprensión de la naturaleza corpuscular de las transformaciones químicas (Figura, 3).

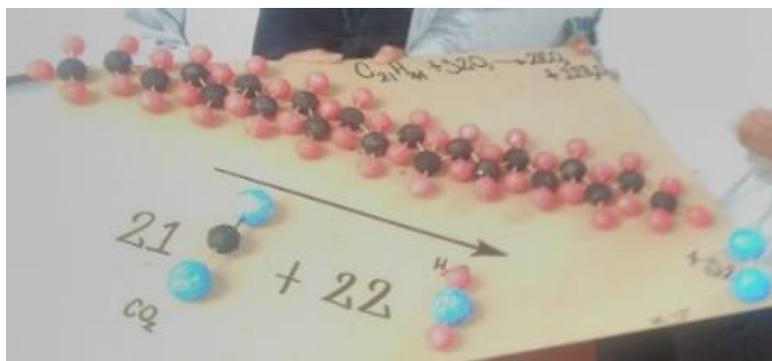


Figura 3. Modelos corpusculares de la combustión de la parafina, contruidos por los estudiantes

Estos modelos en 3D, ayudaron a los estudiantes a intentar “vencer las percepciones inmediatas que los conducen al punto de vista estático y continuo de la estructura de la materia” (Novick y Nussbaum, 1981, p. 187 citado por Kind, 2000, p. 26). Relacionado así el cambio químico observado en la combustión de la vela, con un modelo que explicaba cómo ocurría la transformación a nivel microscópico. Esto, les obligó a articular un modelo adoptado por los científicos, a su punto de vista ingenuo proveniente del mundo físico (Novick y Nussbaum, 1981 citado por Kind, 2000). Los progresos se observaron en sus socializaciones, ya que 8 de los 11 estudiantes mencionaron la reorganización de las partículas durante el cambio químico, señalando la nueva ubicación de los átomos en las sustancias producidas, utilizado colores para representar cada especie atómica. Además, cuando se les preguntó sobre cómo su modelo demostraba la ley de la conservación de la materia, 7 estudiantes señalaron que el número de átomos de cada elemento presente en los reactivos, era igual al número de átomos de esos mismos elementos en los productos.

Después de generar cambios significativos frente a la concepción macroscópica y microscópica del cambio químico, se prosiguió a analizar con los estudiantes, si todas las transformaciones químicas que ocurrían en su entorno rural eran iguales. Inicialmente, en sus

predicciones contestaron que “no, porque tan solo en las combustiones se obtiene $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, lo que quiere decir que en solo este proceso hay este resultado; al realizar otro proceso se debe obtener otros compuestos” (tomada de guía de trabajo actividad 5). Sus razonamientos, evidenciaron que en el grupo en general, existía mayor comprensión del cambio químico. Reconociendo que la materia puede recombinarse para formar diferentes sustancias (Petrucci, et al, 2011). Además, varios grupos introdujeron sus explicaciones en el campo de la simbología química y de la corpuscularidad, alejándose paulatinamente de la concepción sustancialista de la materia (Medina y Narváez, 2001).

No obstante, después de que los estudiantes tuvieron la oportunidad de experimentar con otros tipos de reacciones diferentes a la combustión, se observó que existían dificultades al momento de relacionar los cambios observados, con las sustancias participantes en cada reacción. Es decir, el carácter de las percepciones de la mayoría de los estudiantes, aún era predominantemente organoléptico. Por ejemplo, en relación a la reacción del bicarbonato y del ácido acético (actividad 5) señalaron que: “los componentes del bicarbonato permiten que neutralice la acidez, en este caso lo probamos con el ácido acético dándonos cuenta que disminuye la acidez. Este es un cambio químico” (tomada de guía de trabajo actividad 5). El hecho de que persistan estas concepciones, a pesar del trabajo realizado hasta este punto en la secuencia, podría confirmar que algunos estudiantes, requieren más tiempo para dejar de utilizar razonamientos enmarcados en la metodología de la superficialidad (Gil *et al.*, 1991 citado por Furió y Furió, 2000). La cual, se “caracteriza por la rapidez en extraer conclusiones a partir de unas pocas observaciones cualitativas poco rigurosas, o en aceptar como verdades absolutas evidencias de sentido común” (Furió y Furió, 2000, p. 301). A pesar de esto, hay jóvenes (4 en total) que sí intentan explicar la interacción de las sustancias participantes en las reacciones

observadas. Por ejemplo, frente a la oxidación de la papa y de los clavos, aducen que: “en las dos transformaciones logramos ver que por efecto del O₂ se provoca la oxidación” (tomada de guía de trabajo actividad 5). Estos resultados señalan además, que para los estudiantes es más fácil reconocer las reacciones evidentes en su entorno. Lo que coincide con un “estudio realizado por Cañada et al. (2013), donde un elevado porcentaje de los alumnos identifican correctamente la oxidación y combustión como cambio químico” (Dávila, Cañada, Sánchez, Borrachero, 2017, p. 39), pero se les dificulta comprender otras no tan evidentes para ellos.

Ahora, con respecto a la ley de la conservación de la materia, al analizar la reacción de bicarbonato de sodio con el ácido acético para inflar un globo (actividad 6) y comparar sus resultados, los estudiantes concluyeron que: “la masa final de las sustancias en la reacción no vario, debido a que las moléculas se reorganizaron pero no se esfumaron por el globo” y que si existieron variaciones en la masa final, podría haber sido “por errores experimentales” “en las dos transformaciones logramos ver que por efecto del O₂ se provoca la oxidación” (respuestas tomadas de guías de trabajo actividad 6). Las conclusiones de los estudiantes demostraron la idea de conservación propuesta por Lavoisier (1743-1794) (Bascuñán, 1999). Además, lograron relacionar el cambio químico con la naturaleza corpuscular de la materia, por ejemplo:

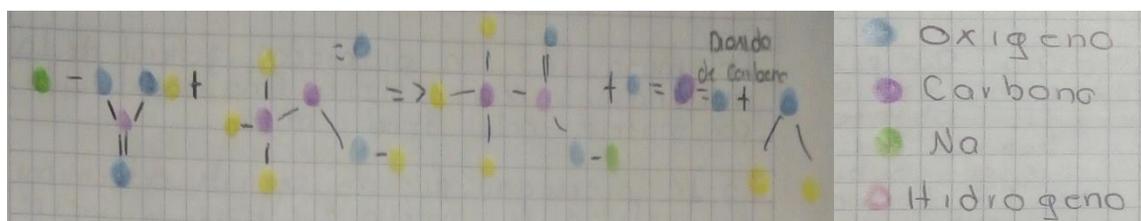


Figura 4. Representación corpuscular de la reacción del bicarbonato de sodio (NaHCO₃) y del ácido acético (CH₃COOH).

En sus modelos se observa que representan cada especie atómica con un color diferente y al igual que los modelos que construyeron en 3D, asumieron el cambio químico como la reorganización de las partículas presentes en los reactivos.

En seguida, después de que la mayoría de los jóvenes se acercó a la comprensión de la naturaleza corpuscular del cambio químico, se abordó la cuantificación de relaciones en este tipo de transformaciones, tomando como referencia la reacción del bicarbonato de sodio (actividad 7). Esta sesión fue netamente teórica y asesorada todo el tiempo por la maestra. Se comparó la cantidad de producto obtenido experimentalmente (registrado en sus tablas de resultados durante la sesión anterior), con el obtenido a través de los cálculos teóricos, al encontrar diferencias en los dos resultados, los estudiantes no ponen en duda la ley de la conservación de la materia, y les atribuyen estas diferencias a los errores cometidos durante el pesaje o durante la manipulación de los montajes. Esto demostró avances significativos frente a la conceptualización de la ley de la conservación de la materia. Sin embargo, los resultados indicaron que es necesario diseñar varias actividades de cuantificación, para que los estudiantes operacionalicen estos procedimientos matemáticos y los puedan utilizar significativamente, sin ayuda de la maestra, en otras situaciones problema.

Finalmente, al culminar la secuencia (actividad 8) los estudiantes analizaron los cambios químicos que ocurrían en sus procesos agroindustriales, demostrando avances en el diseño de sus procesos de indagación (descripción de predicciones, uso de materiales, registro de datos en tablas y elaboración de conclusiones). Pero, sus conclusiones aún estuvieron enmarcados en la metodología de la superficialidad (Gil *et al.*, 1991) citado por (Furió y Furió, 2000). Sus resultados se limitaron a lo observado en el laboratorio y no se dirigieron a ninguna fuente de

información para analizar la composición de las sustancias involucradas en el proceso. Por consiguiente, las explicaciones frente a la reorganización de las partículas en cada transformación fueron muy vagas. Por ejemplo, en uno de los análisis que hizo un grupo de trabajo, frente a su pregunta “¿Qué cambios se pueden identificar en la producción de arequipe?”, simplemente señalaron que era un cambio químico porque “las moléculas se reorganizaron” (tomada de guía de trabajo actividad 8). Esta falta de profundidad en los análisis podría corregirse con la práctica, es decir, es necesario que ellos propongan y desarrollen más diseños experimentales en los cuales tengan que enfrentarse solos a otras transformaciones de su entorno rural, sin la guía diseñada por la maestra. Ya que, a medida que aumenta la experiencia de los estudiantes, se constata una mayor riqueza de pensamiento (Hernández, 1997 citado por Furió y Furió, 2000). Por otra parte, fue evidente que en la secuencia hizo falta hacer énfasis en la necesidad de buscar información en diferentes fuentes, para validar los resultados experimentales con teorías científicas diferentes a las proporcionadas por la maestra, una acción de pensamiento esencial para el trabajo en ciencias (MEN, 2006)

4.3.2 Impacto de la metodología de indagación científica en los estudiantes, frente a la motivación y a la concepción del trabajo científico. Para analizar el impacto de la secuencia didáctica en la motivación de los estudiantes, se aplicó un test que recogió sus percepciones acerca de las clases de ciencias, antes y al final de la intervención. Sus apreciaciones frente al cambio de metodología de enseñanza, fueron positivas (Ver anexo 15). Por ejemplo, algunas de sus respuestas fueron: “me gusto que las actividades eran problemas de la vida cotidiana”, “me sentía seguro” y “feliz” de aprender. Esto evidencia que las emociones que experimentaron los jóvenes hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, los condicionaron positivamente hacia la comprensión de estas (Garriz, 2009 citado por Dávila,

Cañada, Sánchez, Borrachero, 2017). Este es un resultado significativo de la intervención, ya que se logró movilizar los intereses de los estudiantes, lo que difícilmente ocurre con la enseñanza tradicional de la química, ya que los jóvenes “necesitan espacios, para reflexionar sobre su entorno, hacer preguntas, probarlas y sacar nuevas conclusiones” (Zapata, 2016, p. 10).

Además del trasfondo motivacional, la metodología de indagación permitió el desarrollo de competencias propias del trabajo científico. Durante toda la secuencia, los estudiantes formularon predicciones frente a los fenómenos que se observaban en cada sesión de clase, alimentadas generalmente, por su conocimiento cotidiano, y en ocasiones por teorías científicas (MEN, 2006). En los momentos de experimentación, propusieron interrogantes construidos por ellos, repensando su entorno. A su vez, registraron los resultados de forma organizada en las tablas proporcionadas en las guías, y se apoyaron en esquemas y gráficos para expresar sus hallazgos. Adicional a esto, utilizaron diferentes instrumentos de laboratorio que les permitió el analizar cada fenómeno propuesto (MEN, 2006).

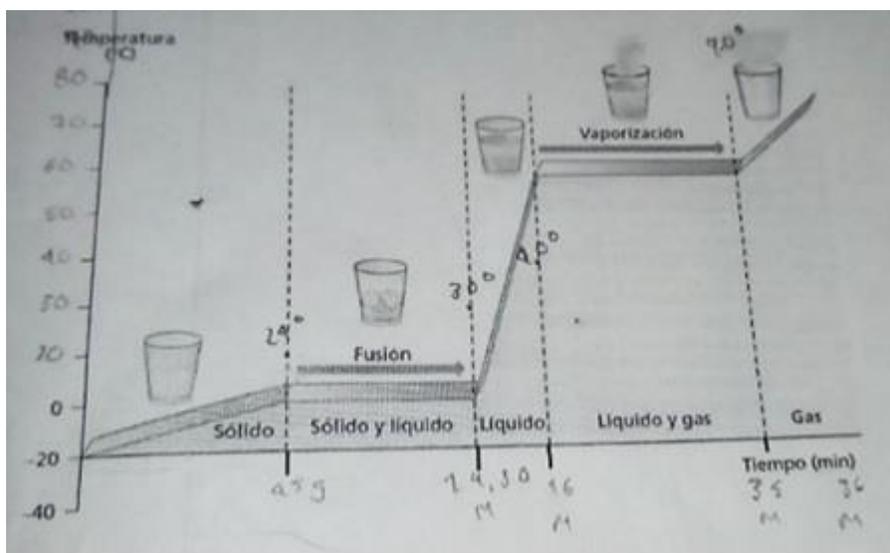


Figura. 5 Registro de datos en gráficas, relacionando las variables de tiempo y temperatura en los cambios de estado.

Y finalmente, propusieron conclusiones en todas sus actividades y socializaron con sus compañeros los resultados obtenidos. Cabe resaltar que, para que los estudiantes aprendieran a utilizar las habilidades de indagación científica, requirieron una orientación e instrucción directa de la maestra (Worth, Duque, Saltiel, 2009), por tal razón, el acompañamiento tuvo que ser constante durante todas las sesiones (ver anexo 15). De hecho, una de las funciones principales de la maestra, fue orientar las preguntas que surgían durante las actividades de indagación, por ejemplo, durante la actividad 5, un grupo preguntó si la temperatura hace que se oxide el metal, la docente ahondó el porqué de esta suposición, y como no tuvieron argumentos para explicar su predicción, concluyeron que tendrían que experimentar para comprobarlo, y se dispusieron a hacerlo (pregunta tomada de diario de campo actividad 5). En este sentido, el docente durante las actividades de indagación, debe ser muy cuidadoso de no responder anticipadamente los interrogantes de los estudiantes, y permitir así que utilicen la metodología científica para construir sus propias conclusiones.

Estos resultados señalaron que los problemas de las clases contextualizados a su realidad rural, llevaron a los jóvenes construir progresivamente un pensamiento científico y crítico (MEN, 2006). Sin embargo, como todo aprendizaje, estas habilidades científicas requieren más tiempo para ser asimiladas. Es decir, el tiempo proporcionado por la secuencia no fue suficiente para perfilar estas competencias científicas, lo que sugiere diseñar más actividades que fomenten su desarrollo, durante las clases de la química en la institución. Así, conforme los estudiantes adquieran más experiencia frente a la indagación, los resultados mejoraran progresivamente.

Por otra parte, los resultados frente a la conceptualización del cambio químico, señalaron la necesidad de hacer énfasis en la importancia de utilizar fuentes secundarias de información

(Worth, Duque, Saltiel, 2009). Situación que se reflejó en la penúltima actividad, donde su proceso de indagación no estuvo guiado por la docente y en la cual, como se mencionó anteriormente, faltó profundidad en sus análisis, limitándose a sus observaciones sin complementar los resultados con teorías científicas que apoyaran sus conclusiones.

4.3.3 Progresos frente a la evaluación formativa. Uno de los objetivos de la intervención pedagógica era favorecer la evaluación formativa, por tal razón en la secuencia hubo un registro sistemático de datos referentes al trabajo de los estudiantes, que permitió orientar las actividades planeadas en función de sus necesidades (Worth, Duque, Saltiel, 2009). Adicional a esto, se desarrollaron actividades de autoevaluación, mediante las cuales los jóvenes pudieron reflexionar sobre los aprendizajes esperados. La siguiente matriz recoge algunas de sus reflexiones hechas durante el proceso:

Tabla 5. Reflexiones de los estudiantes frente a sus aprendizajes

Aprendizajes Esperados (criterios de la matriz de autoevaluación)	Reflexión por parte de los estudiantes
Siento que he aprendido qué son los cambios químicos, puedo reconocer algunos de ellos en mi entorno.	“A veces me queda un poco difícil identificar algunos cambios químicos en mi entorno” (1)
Razono a partir de observaciones.	“Cada vez que observo cambia mi idea original”
Formulo respuestas sobre un problema o tema dado.	“me faltó más argumentos para poder expresar mis conocimientos” (2)
Compruebo experimentalmente mis ideas.	“cuando tengo dudas experimento para hayar respuesta a esto”
Pongo a discusión mis ideas y propuestas, antes que imponerlas.	“siempre pregunto a mi compañera de trabajo sobre mis ideas (si esta bien o mal)”
Me hago responsable, tanto de mi aprendizaje como el de mis compañeros	“intento explicarle a mis compañeros cosas que no tienen claras”

Sus respuestas demostraron que los estudiantes se sintieron seguros de expresar sus fortalezas y debilidades, desarrollando aptitudes metacognitivas desde la indagación científica, que les permitió construir “una percepción de sí mismos como generadores de conocimiento” (Jaramillo y Osses, 2010). Además, las respuestas 1 y 2 confirman las dificultades identificadas anteriormente, acerca de la comprensión de los cambios químicos poco evidentes del entorno y del poco uso de fuentes de información para argumentar sus respuestas. Por otra parte, a partir de sus reflexiones y de los resultados que se obtenían en cada una de las actividades, se hicieron los acompañamientos a los grupos de trabajo, de tal forma que se focalizaran los aspectos a mejorar. Por ejemplo, con los estudiantes que poco expresaban sus ideas, se establecieron diálogos constantes que los condujera a expresar sus opiniones y conclusiones, para ayudarlos a alcanzar paulatinamente los aprendizajes esperados.

Estos progresos, generaron cambios en la estructura de la evaluación que se había propuesto inicialmente en la secuencia, ya que se eliminaron varios momentos de evaluación sumativa, conservándose únicamente el propuesto en la prueba estandarizada, este es un aspecto positivo de la intervención, ya que demostró que los estudiantes podían enfrentarse al aprendizaje de las ciencias, sin la presión de una nota. Haciendo uso de la reflexión, de su capacidad de escucha y de los juicios constructivos de sus compañeros y de su maestra, para valorar la importancia de sus avances en las actividades desarrolladas en el aula (Zapata, 2016).

4.4 Evaluación

Después de analizar los resultados de aprendizaje obtenidos por la secuencia didáctica, se evidencia que la intervención tuvo un impacto positivo en la construcción de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes. Sin embargo, también se

observa la necesidad de reestructurar algunos aspectos del diseño de la secuencia, con el fin de generar mejores resultados a futuro.

En relación con los saberes conceptuales, la mayoría de los estudiantes evidenció avances positivos frente a la conceptualización de los cambios de estado y a la representación microscópica de los estados de agregación de las partículas. Además, pudieron establecer asociaciones conceptuales para explicar este tipo de cambios, articulando los conceptos de energía, proceso endotérmico y proceso exotérmico a sus explicaciones. Es decir, el objetivo de aprendizaje propuesto en la actividad 2, el cual buscaba que los jóvenes explicaran los cambios de estado de los materiales de su entorno, señalando sus variaciones energéticas (procesos endotérmicos y exotérmicos), se alcanzó en la mayoría de los estudiantes.

Por otra parte, con respecto a la comprensión de los cambios químicos de las sustancias, los resultados demuestran que el grupo en general reconoció que existen cambios en los materiales de su entorno, que implican la formación de nuevas sustancias (actividades 3 y 5). Además, incorporaron a sus conclusiones la noción corpuscular del cambio químico y la ley de la conservación de la materia, cumpliendo de esta manera con el objetivo de aprendizaje propuesto en la actividad 6. No obstante, identificar las sustancias que participan en un cambio químico y representarlas mediante una ecuación química (actividad 4), fue una tarea que los estudiantes desarrollaron con ayuda de la maestra en la reacción de combustión de la vela, pero al extrapolarla a otro tipo de reacciones los resultados no fueron los esperados. En este punto, se resalta la necesidad de diseñar más actividades de representación simbólica dentro de la secuencia, para que los estudiantes involucren fácilmente a sus modelos, entidades como átomos, iones o moléculas (Benítez y Valderrama, 2014).

Es decir, en la secuencia no fue suficiente que los estudiantes analizaran las ecuaciones propuestas en las guías, sino que requerían enfrentarse solos al planteamiento de este tipo de representaciones, para construir aprendizajes más significativos. Esta misma situación, se presentó en lo referente a las mediciones en las transformaciones químicas, ya que los estudiantes lograron establecer las cantidades teóricas de los reactivos y productos que participaron en la reacción del bicarbonato de sodio con el vinagre (actividad 7). Pero en la actividad 8, estos aprendizajes no fueron aplicados, es decir, no utilizaron las relaciones cuantitativas de las sustancias involucradas en el análisis de los procesos agroindustriales que desarrollan en la institución, por consiguiente, este objetivo no se alcanzó a cabalidad.

Una evidencia de los aspectos descritos anteriormente, es el análisis de los resultados de la prueba estandarizada (Fig. 6), en el cual se observó que el porcentaje de acierto, respecto a las preguntas de conceptualización de los cambios químicos y físicos, fue alto (preguntas 4,5,6,10, 11,12,13,14,15 y 16, ver anexo 13). Mientras que, el porcentaje de acierto en las preguntas referentes a la concepción de sustancia y simbología de los cambios químicos, fue bajo (preguntas 7,8 y 9 ver anexo 13).



Fig 6. Resultados prueba estandarizada

En la prueba estandarizada se observa un porcentaje alto de aciertos frente al componente procedimental (preguntas 1, 2 y 3, ver anexo 13). El cual, se enfocó hacia el análisis de

competencias referentes a la utilización de instrumentos adecuados en las mediciones y diseños experimentales; al registro de las observaciones y resultados utilizando gráficas; y a la construcción social de la ciencia, según la cual se deben reconocer otros puntos de vista para validar los propios resultados (MEN, 2006). En este sentido, se puede evidenciar el aporte positivo de la secuencia en cuanto al desarrollo de competencias propias del trabajo científico en los estudiantes. Finalmente, después de analizar los resultados de las encuestas de las percepciones de los estudiantes, antes y después de la aplicación de la secuencia (descritos en el numeral anterior), el cambio en la emotividad de los estudiantes en relación al aprendizaje de las ciencias fue significativo, lo que permitió que construyeran de forma autónoma sus conocimientos, relacionándolos con su contexto rural.

En conclusión, los resultados obtenidos por los estudiantes denotan que, a pesar de que se evidenciaron aspectos a mejorar en el diseño de la secuencia, se generaron progresos en los aprendizajes a nivel conceptual, procedimental y actitudinal, de acuerdo a lo proyectado inicialmente en el diseño de intervención.

5. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN

5.1 Conclusiones

- Con respecto a la pregunta orientadora de la intervención pedagógica, se puede concluir que la secuencia didáctica diseñada para la enseñanza del concepto de cambio químico desde el enfoque de indagación científica, y alineada con el contexto rural y los proyectos productivos de la IERD Chimbe, favoreció en los estudiantes de grado 10° el desarrollo aprendizajes a nivel conceptual, procedimental y actitudinal. Puesto que, a nivel conceptual, se generaron aprendizajes frente a la concepción microscópica del cambio químico, visto como reagrupación de los átomos. Además, permitió a los estudiantes diferenciar algunos cambios físicos y químicos en su entorno. Los aproximó al concepto de conservación de la materia y les permitió identificar que existen diferentes tipos de cambios químicos en sus proyectos productivos y en su contexto rural. A nivel procedimental, los jóvenes desarrollaron competencias científicas como construir predicciones, formular preguntas, experimentar, analizar variables y socializar sus resultados. Finalmente, la indagación científica y la evaluación formativa llevaron a los jóvenes a generar cambios actitudinales hacia el aprendizaje de la química, mejorando su motivación y autoevaluación durante todo su proceso de aprendizaje.
- La secuencia permitió que el grupo de estudiantes identificara algunos cambios que ocurren en los materiales de su entorno rural, y los clasificara en físicos o químicos, teniendo en cuenta la formación de nuevas sustancias. Además, los jóvenes incorporaron a sus conclusiones nociones de la naturaleza corpuscular del cambio químico y argumentos provenientes de la ley de la conservación de la materia

- Cambiar la evaluación sumativa por una evaluación formativa, permitió que los estudiantes se apropiaran de su proceso de aprendizaje. De esta manera, los estudiantes recurrieron a la reflexión, a su capacidad de análisis y de realizar juicios sobre las opiniones de otras personas, para valorar la importancia de sus progresos (Zapata, 2016).
- La dinámica de las clases centrada en la metodología de indagación científica, logró movilizar los intereses de los estudiantes. Evidenciando que los jóvenes “necesitan espacios, para reflexionar sobre su entorno, hacer preguntas, probarlas y sacar nuevas conclusiones” (Zapata, 2016, p.10). De esta manera, se generan emociones positivas hacia el aprendizaje de las ciencias.

5.2. Recomendaciones

- Aunque la secuencia tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes con respecto al cambio químico, se recomienda incorporar más actividades de representación simbólica y de cuantificación de relaciones. Con respecto a las actividades de representación simbólica, es necesario que ellos construyan sus modelos de forma autónoma, sin necesidad de entregarles una representación predefinida (Benítez y Valderrama, 2014). Lo mismo ocurre con la cuantificación de relaciones, es posible que los estudiantes requieran varias actividades que les permita operacionalizar este tipo de conocimientos, para poder transferirlos a otros problemas de su entorno rural.
- Para que los estudiantes comprendan la naturaleza del conocimiento científico, el docente debe diseñar actividades en donde se les posibilite enfrentarse a problemas de su contexto. Solo de esta manera pueden vivir la experiencia de la investigación: observar, construir predicciones, formular preguntas, hacer descripciones, discutir sus ideas en

grupo, analizar sus resultados y validarlos socialmente con sus compañeros y con sus maestros (Narváez, 2014). Adicionalmente, con el fin de perfilar progresivamente estas competencias, se recomienda utilizarlas en la solución de situaciones problema que impliquen otros niveles de dificultad (Cordón, 2008).

- Se recomienda diseñar una secuencia que aborde únicamente los cambios físicos y los cambios de estado, para que los aprendizajes de los estudiantes sean más significativos.
- Se recomienda profundizar en las clases los conceptos de elemento y compuesto. Con el fin de evitar que sus concepciones en este campo, interfieran con el aprendizaje del concepto estructurante de cambio químico. Además es necesario, explicitar estos conceptos en los objetivos de aprendizaje de la secuencia y no limitarse a mencionarlos de forma verbal en las sesiones de clase.

5.3. Justificación de la Proyección

De acuerdo con las evidencias obtenidas en el diagnóstico inicial, se diseñaron y ejecutaron tres propuestas de intervención en el aula, desde las áreas de ciencias naturales, matemáticas y lenguaje, con el fin de reestructurar las prácticas pedagógicas, y articularlas con el contexto rural y los proyectos productivos de los estudiantes. Los resultados obtenidos en cada una de las intervenciones pedagógicas evidenciaron que la reestructuración de la planeación y del diseño de las clases, generó efectos positivos en el aprendizaje de los estudiantes. Es decir, la concreción de estas intervenciones en forma de secuencias didácticas, orientadas por los presupuestos de la pedagogía y de la didáctica contemporáneas, y enfocadas hacia el contexto rural de la institución, favoreció el desarrollo de competencias y el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

Por lo anterior, se ve la necesidad de proyectar estas propuestas de intervención pedagógica a toda la institución, no solo para que los cambios positivos en los procesos de enseñanza-aprendizaje se mantengan en el tiempo, sino para involucrar a todo el equipo docente y directivo, en un proceso de renovación de las prácticas educativas. En ese sentido, se requiere trabajar con todos los docentes de primaria debido a que son escuelas multigrado y en bachillerato se trabajaría con las áreas básicas (español, matemáticas y ciencias). Esto con el fin de generar un impacto progresivo en los procesos de enseñanza-aprendizaje de todas las áreas y niveles, incentivando a los docentes a ser agentes de cambio en el aula. Finalmente, lo que se espera con esta proyección es que los docentes construyan progresivamente, planteamientos pedagógicos y didácticos comunes, que les permita orientar el diseño de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la institución. El objetivo es que no solo sean coherentes entre sí (Barrios, et al, 2004), sino que estén alineados con el componente académico del PEI (IERD Chimbe, 2012) y con el contexto rural de la institución.

5.4. Plan de Acción Institucional

El plan de acción⁴ para la proyección de las propuestas de intervención, está enfocado en tres aspectos. En el primero, se hace referencia a la fundamentación conceptual de los docentes, acerca del modelo pedagógico de aprendizajes productivos (PEI, 2012), las necesidades académicas institucionales identificadas en el diagnóstico inicial y la interpretación de los resultados de las Pruebas SABER. En el segundo, se busca cualificar a los docentes acerca de los principales componentes didácticos, utilizados para el diseño de las clases de las áreas ya

⁴ Desarrollado por los docentes de la institución involucrados en la intervención: Andrea Marcela Reyes Guio, Alejandra Moreno Chavarro y Juan Pablo Méndez

mencionadas. Y finalmente, en el tercero se pretende comenzar con la reestructuración de los planes de estudio de las áreas de ciencias naturales, matemáticas y lenguaje. A continuación, se hace una descripción de cada uno de los momentos que se abordarán durante el plan de acción.

5.4.1 Fundamentación conceptual acerca del modelo pedagógico de la institución.

Debido a la falta de alineación curricular entre el modelo pedagógico de aprendizajes productivos, los planes de estudio y las prácticas de enseñanza, se observa la necesidad de que los docentes se documenten acerca de este modelo, y las implicaciones que tiene en el rol del maestro y del estudiante. Para ello, se realizarán socializaciones de los aspectos más relevantes del modelo, en las que se analizarán algunos ejemplos significativos de su aplicación, incluyendo las tres intervenciones realizadas por los maestrantes. Señalándose así, el impacto de la alineación en los aprendizajes de los estudiantes. Finalmente es importante que el grupo docente analice las problemáticas identificadas en el diagnóstico institucional, y en los resultados de las pruebas SABER, para comenzar con la reestructuración de las planeaciones.

5.4.2 Cualificar a los docentes acerca de los principales componentes didácticos. En este punto, los docentes encargados de ejecutar el plan de acción, desarrollaran sesiones demostrativas al grupo de maestros, que ejemplifiquen sus propuestas de enseñanza para las áreas de ciencias naturales, matemáticas y de lenguaje. Posteriormente, se socializarán otros enfoques didácticos, con el fin de analizar varias metodologías útiles para el diseño de las clases, que puedan impactar positivamente en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

5.4.3 Diseño de planeaciones en cada una de las áreas para el grado quinto y sexto. Teniendo en cuenta que a nivel institucional, se ha identificado una baja articulación entre las planeaciones diseñadas para los niveles de primaria y para los niveles de bachillerato, se realizará

inicialmente una reestructuración de estas, en los grados quinto y sexto. De esta manera, se espera que los maestros paulatinamente lleven esta reestructuración a los otros niveles. Con ello se pretende que las planeaciones se enfoquen en las necesidades de los estudiantes, y se articulen con el modelo de aprendizajes productivos, el contexto rural y los presupuestos de la didáctica contemporánea. Por otra parte, se socializarán diferentes tipos de evaluación formativa para que los maestros puedan articular algunas de ellas, a sus actividades de clase. Esto, con el fin de que paulatinamente la evaluación sumativa deje de ser la principal herramienta de los docentes al momento de valorar los progresos o dificultades de sus estudiantes.

Según lo expuesto anteriormente, en el siguiente cuadro se relacionan las actividades propuestas en el plan de acción, con los respectivos responsables:

Actividad	Encargados	Dirigido a
Cualificar a los docentes, frente al modelo pedagógico de aprendizajes productivos y a las necesidades académicas institucionales. Además, se seleccionará tres docentes líderes para trabajo de las áreas en primaria.	Andrea Reyes	Rector
	Juan Pablo Méndez	Docentes de primaria y bachillerato
	Alejandra Moreno	
Reestructuración de los planes de estudio en cada una de las áreas, para los grados quinto y sexto.	Andrea Reyes	Rector
	Juan Pablo Méndez	Docentes de primaria y bachillerato
	Alejandra Moreno	
Realizar clases que ejemplifiquen las propuestas de intervención para acercar a los maestros a la	Andrea Reyes	Rector
	Juan Pablo Méndez	Docentes de primaria y bachillerato

comprensión del uso del modelo de proyectos productivos en el aula.	Alejandra Moreno	
Construir planeaciones de clase, teniendo en cuenta el contexto y el modelo pedagógico de la institución	Andrea Reyes	Rector
	Juan Pablo Méndez	Docentes de primaria y bachillerato
	Alejandra Moreno	
Elaborar prueba estandarizada para aplicar al terminar la implementación de las planeaciones diseñadas	Andrea Reyes	Rector
	Juan Pablo Méndez	Docentes de primaria y bachillerato
	Alejandra Moreno	
Asesorar a los docentes, en torno a la comprensión de los resultados de las pruebas Saber.	Andrea Reyes	Rector
	Juan Pablo Méndez	Docentes de primaria y bachillerato
	Alejandra Moreno	

5.4.4 Plan de Acción en el área de ciencias naturales. Teniendo en cuenta las fortalezas y las oportunidades de mejora de la secuencia didáctica, mencionadas en el apartado final del capítulo 4, se propone proyectar la intervención pedagógica a los niveles de enseñanza de 6°, 7°, 8°, 9° y 11°. El objetivo será diseñar y aplicar actividades de indagación científica en estos grados, para generar aprendizajes más significativos en los estudiantes frente al desarrollo de competencias científicas y la comprensión de los conceptos estructurantes de las ciencias naturales. De esta manera, en las semanas institucionales se diseñará una actividad de indagación científica por periodo, para cada uno de los grados de educación básica secundaria y media. Dicha actividad será desarrollada en cada grupo, de acuerdo a las temáticas que se vayan a abordar en el periodo, se enfocará hacia el contexto rural de los estudiantes e incluirá un

momento de evaluación formativa. Mediante esta proyección, se espera construir un diálogo coherente y alineado, entre el proyecto educativo institucional, las prácticas pedagógicas del área de ciencia naturales y los aprendizajes de los estudiantes.

5.5 Cronograma

Las actividades planeadas para la proyección de las propuestas de intervención se realizarán en las semanas institucionales de los meses indicados en el siguiente cronograma:

PROYECCIÓN INSTITUCIONAL											
Actividad	Año	2018			2019						
	Mes	Jun	Oct	Nov	Ene	Feb	Abr	Jun	Ago	Oct	Nov
Cualificación de los docentes, frente al modelo pedagógico de aprendizajes productivos y a las necesidades académicas institucionales. Además se seleccionará tres docentes líderes para trabajo de las áreas en primaria.		X									
Reestructuración de los planes de estudio en cada una de las áreas, para los grados quinto y sexto.		X						X		X	
Realizar clases que ejemplifiquen las propuestas de intervención para acercar a los maestros a la comprensión del uso del modelo de proyectos productivos en el aula.			X	X							
Construir planeaciones de clase, teniendo en cuenta el contexto y el modelo pedagógico de la institución					X		X				
Elaborar prueba estandarizada para aplicar al terminar la implementación de las planeaciones diseñadas					X		X				
Asesorar a los docentes, en torno a la comprensión de los resultados de las pruebas Saber.				X							X
PROYECCIÓN INDIVIDUAL											
Diseño de las actividades de indagación científica		X	X	X	X						
Aplicación de las actividades de indagación en los grados 6°, 7°, 8°, 9°, 10° y 11°						X	X		X	X	

BIBLIOGRAFÍA

- Barrios, N., Castillo, M. Fajardo, F. Rojas, J., Nova, A. (2004). El aula un escenario para el trabajo en equipo. (Trabajo de maestría, Universidad Javeriana). Recuperado de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/educacion/tesis01.pdf>.
- Bascuñán, A. (1999). Bases históricas sobre materia, masa y leyes ponderales. Revista de la Sociedad Química de México, 43 (5), 171-182. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/475/47543505.pdf>.
- Benarroch, A. (2001). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. Revista enseñanza de las ciencias. 19 (1), 123-134. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n1/02124521v19n1p123.pdf>
- Benítez, L., Valderrama, M. (2014). Contribución de las representaciones semióticas sobre reacciones químicas en el cambio del concepto de reacción química. (trabajo de maestría, universidad autónoma de Manizales). recuperado de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/859/1/TESIS%20DOC%20DEFINITIVO.pdf>
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (Eds.) (2000). ¿Cómo aprende la gente? En How people learn: Brain, mind, experience and school. Washington: National Academy Press. Recuperado de <https://www.colorado.edu/MCDB/LearningBiology/readings/How-people-learn.pdf>.

Briceño, J., Benarroch, A. (2012). Revista Electrónica de Investigación en Educación En Ciencias. Concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios de ciencias, 8 (1), 24-41. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v8n1/v8n1a03.pdf>

Cañada F., Melo L., Torres R. (2013) ¿Qué saben los alumnos de primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos? Revista campo abierto, 32 (1), pp 11-33. Recuperado de <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/98961/CA3211.pdf?sequence=1>

Casado, G., Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. Revista Universitas Scientiarum, 10, 35-43. Recuperado de https://www.academia.edu/3457299/Las_dificultades_de_los_alumnos_al_relacionar_distintos_niveles_de_representaci%C3%B3n_de_una_reacci%C3%B3n_qu%C3%ADmica?auto=download

Dávila, M., Cañada, F., Sánchez, J. y Borrachero, A. (2017) las ideas previas sobre cambios físicos y químicos de la materia, y las emociones en alumnos de educación secundaria. Revista Enseñanza de las ciencias. Extraordinario. 3977-3983 Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/42_las_ideas_previas_sobre_cambios_fisicos_y_quimicos_de_la_materia.pdf

Furió, C., Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. Revista Educación química 11 (3), 300-308. Recuperado de

https://rodas5.us.es/file/9ea0c662-b500-306c-5a5a-942a4a004642/2/texto3_SCORM.zip/files/texto3_examen.pdf

Galfrascoli, A. (2014). Un acercamiento a la noción de conceptos estructurantes en el Profesorado de Educación Primaria. *Revista Aula Universitaria*, 16, 42-55. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/AulaUniversitaria/article/viewFile/4989/7602>

García, M. (2010). Joseph Priestley: El hombre que descubrió el oxígeno. Recuperado de <http://recuerdosdepondora.com/ciencia/quimica/joseph-priestley-el-hombre-que-descubrio-el-oxigeno/#ixzz4f7KaiCZy>

González, C., Cortéz, M., Bravo, P., Ibaceta Y., Cuevas, K., Quiñones, P., Maturana, J., Abarcaa, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM (Región de Valparaíso). Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v38n2/art06.pdf>.

Harlen ,W. (1999). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. 3ra ed. Madrid. España. Ediciones Morata S,L.

Harlen, W., Bell, D., Déves, R., Dyasi, H., Fernández, G., Léna, P., Millar, R., Reiss, M., Rowell, P., Yu, Wei. (2015). Trabajando con las grandes Ideas de la Educación en Ciencias. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0B79GVnYNisupMGlXTTNvYkNhBDQ/view>.

Hernández, R., Buitrago, L., Torres, L. (2009). La secuencia didáctica en los proyectos de aula un espacio de interrelaciones entre docente y contenidos de enseñanza. (Trabajo de

maestría, Universidad Javeriana). Recuperado de

<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/educacion/tesis59.pdf>.

ICFES. 2014. Cuadernillo de prueba Ejemplo de preguntas 11° grado. Recuperado de

http://orientacion.universia.net.co/imgs2011/imagenes/cuadernillo-2016_11_03_145738.pdf.

Institución Educativa Rural Departamental Chimbe. (2012). Proyecto Educativo Institucional, Educación y Productividad para la Nueva Ruralidad.

Jaramillo, S., Osses, S. (2010). Competencias básicas. Procesos metacognitivos en el

currículum de ciencias naturales a nivel de educación general básica. Recuperado de

http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/COMPETENCIASBASICAS/RL_E2604_Jaramillo.pdf.

Katz, M. (2011). John Dalton y la Teoría Atómica. Epistemología e Historia de la Química.

Recuperado de http://www.rlabato.com/isp/qui/historia-008-2011-dalton_teor_atom.pdf

Kind, V. (2000). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Recuperado de

http://www.joseantoniochamizo.com/proyectos/mm/pdf/archivo/001_Alla_apariencias.pdf.

López, A. (2014). La evaluación como herramienta para el aprendizaje. 2a ed. Bogotá: Editorial Magisterio.

Medina, J., Narváez, L. (2001) La concepción corpuscular de la materia y el concepto Mol;

algunas implicaciones epistemológicas y didácticas. Revista Paideia Surcolombiana. 9. 40-

51. Recuperado de

<https://www.journalusco.edu.co/index.php/paideia/article/view/1023/1989>

Mendez, D. (2013). ¿cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? Revista Aula de Encuentro. 15. 129 – 137. Recuperado de

<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/download/963/833>

Meyer, M. (2011). Los antepasados de la química. El correo de la UNESCO. Recuperado de

<http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001906/190645s.pdf>.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). Lineamientos curriculares, Ciencias Naturales y educación Ambiental. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). Estándares Básicos de Competencias. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Moreira, M., Greca I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. Revista Ciência e Educação, Bauru, 9 (2), p. 301-315.

Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/cambioconceptual.pdf>

Mosquera, C., Ariza, L., Reyes A., Hernández, C. (2010). Una propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos estructurantes de discontinuidad de la materia y unión química desde la epistemología y la historia de la ciencia contemporáneas. Revista Científica

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, No. 12, 6-15. Recuperado de

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/download/426/655>.

Muñoz, J. (2014). Adaptación de un banco de preguntas de Química bajo el criterio de respuesta al ítem que facilite su sistematización y análisis en procesos de verificación de conceptos no aprendidos. (Trabajo de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12908/1/1186761.2014.pdf>.

Narváez, I. (2014). La indagación como estrategia en el desarrollo de competencias científicas, mediante la aplicación de una secuencia didáctica en el área de ciencias naturales en grado tercero de básica primaria. (trabajo de maestría, universidad nacional de Colombia). recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/47042/1/38860365-Isabel.pdf>

Petrucci, R., Herring, G., Madura, J., Bissonnette, C. (2011). Química General. 10ª Edición. Editorial Pearson.

Pozo, J. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. Revista enseñanza de las ciencias, 17 (3), 513-520. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21616/21450Rodr>.

Raviolo, A., Garritz, A., Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 8 (3), 240-254. Recuperado de http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/14388/2_Raviolo_et%20al_2011.pdf?sequence=7.

Whitten, K., Davis, R., Peck, L. (1998). Química General. 5ª Edición. Editorial McGraw Hill.

Worth, K., Duque, M., Saltiel W. (2009). Proyecto Pollen, Ciudades semilla para la ciencia un enfoque comunitario para un crecimiento sostenible de la enseñanza de la ciencia en

Europa. Recuperado de

<https://drive.google.com/file/d/0B79GVnYNisupOGp1Y0JiT0c0RHM/view>.

Zapata, M., (2016). La motivación de los estudiantes en el aprendizaje de la química. (trabajo de maestría, universidad tecnológica de Pereira) Recuperado de

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6119/370154Z35.pdf?sequence=1>

e=1

ANEXOS

Anexo 1: Diagnóstico individual. Docente Andrea Reyes Guío, área de química

¿Cuál es mi estilo de enseñanza?

El objetivo de mis clases es que los estudiantes comprendan los conceptos estructurantes de las ciencias para explicar su realidad. Las sesiones se dividen en dos momentos, clase magistral y trabajo individual o grupal, mezclando el modelo tradicional con el modelo constructivista. Las clases magistrales son necesarias para explicar las teorías científicas, de otro modo, implicaría más tiempo y disciplina, por parte de los estudiantes, llegar a comprenderlas. Mi principal escenario en este primer momento, es el aula, utilizo material visual (tablero, videos, presentaciones) y mi rol se vuelve central alejándose de los fundamentos del aprendizaje significativo, según los cuales, los ambientes de aprendizaje deben estar centrados en el aprendiz (Bransford, 2000, p. 15). En el segundo momento, apoyada en los principios del constructivismo, organizo actividades que permitan acercar al estudiante a su contexto, utilizo guías de trabajo que demanden trabajo práctico en el laboratorio y actividades que permitan la interacción sensorial con su entorno rural. En diferentes momentos de la clase asumo el papel de orientadora, los estudiantes trabajan de forma cooperativa y se hacen responsables de los resultados obtenidos.

Mi planeación se centra en las temáticas del plan de estudios de la institución, enfocándola ocasionalmente hacia el entorno rural, como lo propone el Proyecto Educativo Institucional (PEI, p. 86). Los contenidos del área no están articulados directamente con los proyectos productivos en los cuales se fundamenta el enfoque pedagógico de la institución (PEI, p. 89), ya que no existe coherencia entre los planteamientos del PEI y su puesta en práctica dentro del colegio.

Anexo 2: Plan de estudios química 10°

Logro integrado: clasificar los fenómenos físicos y químicos de acuerdo a sus características para interpretar situaciones.

ESTÁNDAR	EJES TEMÁTICOS	LOGROS	INDICADORES	EVALUACIÓN
<p>Explica la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías</p> <p>Identifica cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente</p> <p>Explica la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces</p> <p>Explica la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La materia • Propiedades • Clases de materia • Mezclas • Estructura atómica • Configuración electrónica • Molécula, compuesto y moléculas • Determinación de fórmulas • Enlaces químicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Argumentar los aspectos que constituyen el fundamento de la química: el átomo • Aplicar experiencias relacionadas con las propiedades de la materia • Determinar la configuración electrónica de los elementos • Diferenciar los compuestos mediante la teoría de enlace 	<ul style="list-style-type: none"> • Determina diferencias de las propiedades físicas y químicas de la materia • Elabora e interpreta modelos de átomos que ilustra su estructura • Analiza y comprende los diferentes enlaces químicos • Determina las fórmulas químicas a partir de cálculos porcentuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de actividades y problemas • Trabajos en grupo • Evaluaciones • Exposiciones • Desarrollo de proyectos • Presentación informes de laboratorio • Participación en clases • Puntualidad y responsabilidad en la entrega trabajos

Anexo 3: Resultados de evaluaciones internas y externas

3.1 Resultados de evaluaciones internas

GRADO DECIMO		DEFINITIVA ACTIVIDADES	PROMEDIO 70%	EVALUACIÓN ICFCES	ICFCES 15%	DEFINITIVA DEL PERIODO	
No.	APELLIDOS Y NOMBRES					CUANT	DESEM
1	BAQUERO RODRIGUEZ DIANA PATRICIA	3,2	2,6	38,9	0,5	3,0	BAJO
2	BARACALDO PEÑA LUIS ALEJANDRO	5,0	4,0	83,3	1,0	5,0	SUPERIOR
3	BUSTAMANTE RDA DAVID SANTIAGO	2,7	2,1	27,8	0,3	2,5	BAJO
4	CACHON PEDRAZA JOHAN CAMILO	3,4	2,7	77,8	0,9	3,6	BASICO
5	CARDOZO BASTOS NICOL ESTEFANY	3,4	2,7	33,3	0,4	3,1	BAJO
6	CONTRERAS VELASQUEZ ANDRES FELIPE	3,7	3,0	38,9	0,5	3,4	BAJO
7	HERRERA CORREA FRANCY JULIANA	2,8	2,3	38,9	0,5	2,7	BAJO
9	RAMIREZ PARRA YENNY YULIANA	3,8	3,1	38,9	0,5	3,5	BASICO
10	ROJAS PARDO YESICA	3,4	2,7	44,4	0,5	3,2	BAJO
11	RUIZ OSORIO WEDNY DAYANA	3,7	2,9	38,9	0,5	3,4	BAJO
12	ROJAS TANIA	4,0	3,2	33,3	0,4	3,6	BASICO

3.2 Resultados de evaluaciones externas

DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES SEGÚN RESULTADOS DE LA PRUEBA SABER 11

La escala de valores es de 0 a 100%.

Los valores específicos para el colegio se pueden encontrar en el recuadro a la derecha de cada barra.*

Convenciones

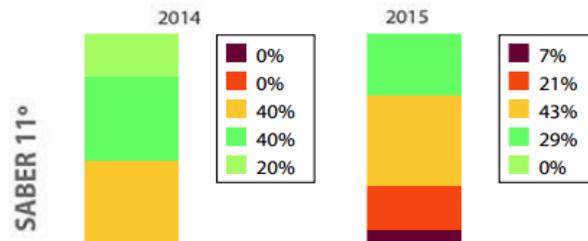
Quintil 5
Puestos 1 - 200

Quintil 4
Puestos 201 - 400

Quintil 3
Puestos 401 - 600

Quintil 2
Puestos 601 - 800

Quintil 1
Puestos 801 - 1000



Anexo 4: Encuesta de intereses aplicada a los estudiantes de grado 10°

Preguntas de la Encuesta

1. ¿Cómo son las clases?
2. ¿Qué te gusta más de la clase?
3. ¿Qué no te gusta de las clases?
4. ¿Qué has aprendido en este curso?
5. ¿Cómo te sientes en las clases?
6. ¿Qué otras actividades te gustaría que se hicieran en la clase?
7. ¿Cómo sientes que es la evaluación de las actividades?
8. ¿Relacionas lo que aprendes en las clases con tu entorno y con las problemáticas mundiales?
9. ¿Cuál es tu rol o tu papel en las clases?
10. ¿Cuál es el rol o el papel de la maestra en las clases?

Análisis de la percepción de los estudiantes de grado 10°, según la encuesta de intereses

La percepción de los estudiantes frente a mi clase es positiva, y a pesar de que señalan ciertos aspectos que les gustaría modificar en ella, sienten que se les facilita la comprensión de los temas. Todos los estudiantes expresan el gusto por mi forma de explicar, socializar y orientarlos hacia la comprensión de las temáticas propuestas. Reconocen que me preocupo por aclarar sus dudas y acompañarlos en sus procesos de aprendizaje. Sin embargo, las respuestas se enfocan hacia la comprensión de temas, resaltan el rol de la maestra como transmisora de conocimientos y el rol de estudiante como receptor pasivo. Esto evidencia la marcada influencia del modelo tradicional en mis clases. En el diagnóstico inicial desarrollado con grado once, durante el primer semestre de la maestría, se reflejó el mismo resultado.

Esta imagen que han construido, es consecuencia directa de una planeación centrada en los contenidos del plan de estudios. Y a pesar que ellos no se sienten incómodos con el rol pasivo que han adoptado, me interesa que cambien esa concepción y se conviertan en actores más activos de su propio aprendizaje. Lo cual se puede conseguir, comenzando por la articulación de su entorno rural al currículo de ciencias naturales, tal como lo propone el modelo de aprendizajes productivos propuesto en el Proyecto Educativo Institucional (PEI, p. 86). Surge además, la necesidad por parte de ellos, de alejarse un poco de la teoría y hacer de las clases espacios dinámicos, en los que puedan interactuar activamente con el entorno y con los instrumentos y técnicas propias de la química. Les gustaría que las clases fueran más prácticas, para que no se tornen en determinadas ocasiones, aburridas.

Con respecto a la evaluación, la perciben como instrumentos de recolección de datos, las cuales determinan si aprendieron o no los temas de la clase. No la ven como un proceso que complementa y retroalimenta el aprendizaje, sino como cuestionarios de preguntas en ocasiones complejas y cargadas de temáticas. Finalmente, dentro de los aspectos positivos, observo que se sienten cómodos en las clases, incluso algunos mencionan que son interesantes, que sienten crecer intelectualmente, sintiéndose agradados, seguros y con libertad para aprender. Apreciaciones que denotan su interés por mi clase, el mejor punto de partida para reestructurar los procesos de enseñanza y hacer de su aprendizaje algo realmente significativo.

Anexo 5: actividad 1 (a1): ¿qué cambia en el huevo cuando lo cocinamos?

1. **Objetivo de Aprendizaje:** Proponer modelos para explicar las transformaciones de la materia y aceptar la existencia de otros puntos de vista para interpretar el mismo fenómeno.

2. **Materiales:**

- 1 huevo crudo
- Agua
- Balanza
- Vaso de precipitados
- 1 vidrio de reloj
- Guías de trabajo

3. **Desarrollo de la Clase**

- A. ¿Qué cambia en el huevo cuando lo cocinamos? Escribe tu respuesta inicial frente a la pregunta orientadora de la clase.
- B. Posteriormente en parejas, construyan una tabla en la que se describan las características del huevo crudo y abieto, y después de cocido. La tabla debe tener como mínimo los siguientes criterios:

	HUEVO CRUDO	HUEVO COCIDO
Color		
Forma		
Masa		
Olor		

- C. Después de las observaciones hechas, los estudiantes deben representar como creen que se comportan las partículas del huevo cuando está crudo y cuando está cocido.



Crudo	Cocido
-------	--------

- D. Elabore una conclusión de la práctica, que tenga en cuenta su respuesta inicial y las observaciones hechas frente al cambio del huevo crudo y el huevo ya cocido. Explique sus argumentos.
- E. En una mesa redonda cada grupo socializa su conclusión y explica los argumentos que sustentan su respuesta. Es importante que se generen opiniones a favor o en contra de los resultados de cada grupo.

Anexo 6: Actividad 2 (a2): ¿en qué se parece la mantequilla, la parafina y el agua de los ríos que se seca en el verano?

Grupo 1

Materiales:

- Vasos de precipitados
- Mecheros de alcohol
- Mallas de asbesto
- Trípodes
- Termómetros

Objetivo de Aprendizaje:

Explicar los cambios de estado como cambios físicos que experimentan los materiales del entorno, teniendo en cuenta sus variaciones energéticas.

Desarrollo de la Clase

- De manera individual *¿En qué se parece la mantequilla, la parafina y el agua de los ríos que se seca en el verano?*
- Posteriormente socialice sus respuestas en el grupo.

Grupo I

- Tome un trozo de mantequilla y un trozo de parafina y describa sus características físicas, registre sus observaciones en la siguiente tabla (Si lo grupos de trabajo desean incluir los registros de otras observaciones, agregan otras filas a la tabla):

Propiedades físicas	Mantequilla	Parafina
Masa		
Color		
Olor		
Estado físico		
Forma		

Tabla 1

- Ahora registre la temperatura inicial del trozo de mantequilla. Luego sométalo a calentamiento en un vaso de precipitados (previamente pesado), hasta que la mantequilla este líquida (detener el

calentamiento antes de que se quemé). Registrar la nueva temperatura. Una vez toda la mantequilla está líquida déjala enfriar dentro del vaso de precipitados, puede acelerar el proceso colocando el vaso en un recipiente con hielo. Cuando finalice el enfriamiento, registrar nuevamente la temperatura. Repetir el mismo procedimiento con parafina, pero el enfriamiento final se hace a temperatura ambiente sin la ayuda del hielo y dentro del mismo vaso de precipitados. Se debe registrar la masa final de la mantequilla y de la parafina al final de todo el proceso.

Tabla 2

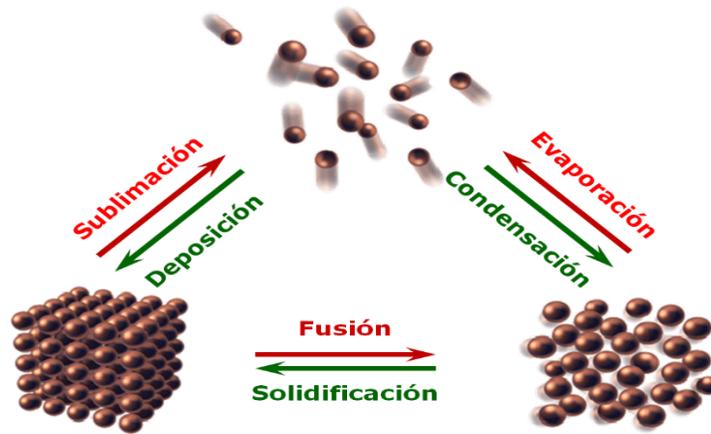
Material	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Temperatura 3 (°C)	Masa final	Propiedades que variaron
Mantequilla					
Parafina					

- Después de todo el proceso, revise nuevamente las características físicas de la mantequilla y de la parafina. ¿Qué propiedades físicas cambiaron y por qué? ¿Hubo cambios de estado?, ¿cuáles? (tome como referencia el diagrama 1).
- ¿De acuerdo a la práctica, se puede concluir que los cambios de estado son reversibles?
- Según el diagrama 1 de cambios de estado, y teniendo en cuenta las temperaturas registradas complete la siguiente tabla (3):

Material	Cambio de Estado	Proceso endotérmico o Exotérmico (ver diagrama 1)	Representación microscópica de las partículas (dibuje)
Mantequilla			
Parafina			

- A. Finalmente, cada pareja escribe en su guía de trabajo, a modo de conclusión, una respuesta para la pregunta inicial, teniendo en cuenta los conceptos de cambio físico, partículas, calor, proceso endotérmico y proceso exotérmico, reversibilidad. Es importante en este punto, pedirles que contrasten la nueva respuesta que le dan a la pregunta orientadora de la clase, con sus respuestas iniciales.

Diagrama 1. Cambios de Estado (se utiliza para solucionar el numeral anterior)



→ Procesos **endotérmicos** (absorben calor):
fusión, evaporación y sublimación.

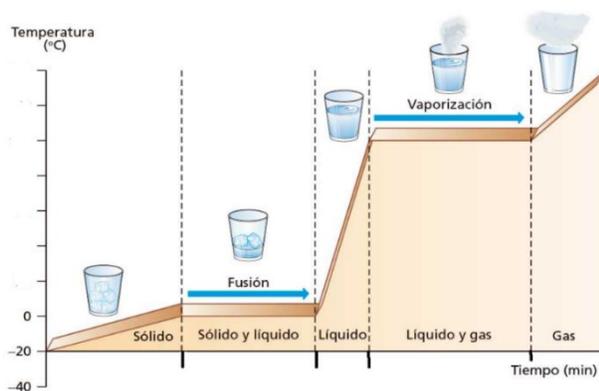
→ Procesos **exotérmicos** (liberan calor):
congelamiento, condensación y deposición.

(Cedrón, Landa, y Robles,

2011)

GRUPO II

Con los materiales proporcionados para la práctica (1 vaso de precipitados, 1 mechero de alcohol, 1 malla de asbesto, un trípode, un termómetro y un trozo de hielo), utilice un diseño experimental que le permita terminar de completar los valores de temperatura y de tiempo para la siguiente gráfica:



- Con ayuda del diagrama 1(cambios de estado), establezca los dos cambios de estado que sufre el agua durante todo el proceso y defina si son endotérmicos o exotérmicos:

Cambio de Estado	Proceso endotérmico o Exotérmico	Representación microscópica de las partículas (dibuje)

- Según sus observaciones, ¿Cree que los cambios sufridos por el agua son físicos o químicos? ¿qué relación tienen los cambios sufridos por el agua, con el incremento de la temperatura? Explique su respuesta y regístrela en su guía de trabajo.
- B. Finalmente, cada pareja escribe en su guía de trabajo, a modo de conclusión, una respuesta para la pregunta inicial, teniendo en cuenta los conceptos de cambio físico, partículas, calor, proceso endotérmico y proceso exotérmico, reversibilidad. Es importante en este punto, pedirles que contrasten la nueva respuesta que le dan a la pregunta orientadora de la clase, con sus respuestas iniciales.

Anexo 7: actividad 3 (a3): ¿se pueden transformar la leche, el huevo y los desperdicios de la cocina, en otras sustancias?

1. Objetivo de Aprendizaje

Reconocer que existen cambios en la materia que implican la formación de nuevas sustancias.

2. Desarrollo de la Clase

- Cada estudiante reflexiona sobre la siguiente pregunta y consigne su respuesta en la guía de trabajo: *¿se pueden transformar la leche, el huevo y los desperdicios de la cocina, en otras sustancias?*
- Observe y describa las características de los materiales llevados a la clase, y registren los resultados en las siguientes tablas. Antes de establecer el cuadro comparativo, mida los mismos volúmenes de leche y de yogurt.

Propiedades	Leche	Yogurt
masa		
volumen		
densidad		
color		
olor		
Estado físico		
Reacción con limón		

(Nota aclaratoria: La densidad es la relación entre la masa y el volumen de un sustancia $d = \frac{m}{v}$)

- Establezca un cuadro comparativo de los residuos orgánicos de la cocina del colegio, frente al compost trabajado en el área de proyectos productivos (picar los residuos para facilitar la medida del volumen del mismo). Además, se debe pesar la misma masa de residuos orgánicos y de compost.

Propiedades	Residuos orgánicos	Compost
Masa		
Volumen		
Densidad		
Color		
Olor		

- d. Después de las observaciones hechas cada pareja contesta la siguiente pregunta ¿se forman nuevas sustancias cuando se prepara yogurt, se cocina un huevo (análisis realizado en la primera actividad) o se procesan los desechos en un compost? Justifique la respuesta teniendo en cuenta los cambios analizados.
- e. A continuación, haga la lectura del siguiente texto y responda el numeral f de la guía.

Crudo y cocido

La arcilla transformada en porcelana, la orina en fósforo, el fósforo en bombas, la harina en pan, la uva en vino, los minerales en pigmentos... Nuestras posibilidades de transformar la materia son prácticamente ilimitadas. El primatólogo británico Richard Wrangham estima que fue la cocina la que nos hizo hombres, procurándonos la energía necesaria para desarrollar nuestros cerebros. Podríamos afirmar así que la química nació el día en que nuestros ancestros salieron de la animalidad. “Homo chemicus”: ser hombre es transformar la materia. Pero como somos humanos, esas transformaciones revelan también lo mejor y lo peor de lo que llevamos dentro...

No sabemos quién torneó el primer cuenco de arcilla, ni quién curtió por primera vez el cuero o elaboró la cerveza, ni tampoco conocemos los nombres de los artesanos que mezclaron arena, ceniza de madera y sales metálicas para crear los maravillosos vitrales de las catedrales medievales. Toda esa gente, sin embargo, transformó la materia y, al mismo tiempo, nuestras vidas...

Las huellas dejadas por los alquimistas del pasado, sus proyectos grandiosos, y a veces también sus misterios, perduran en las investigaciones químicas de nuestros días, cuando persiguen crear una vida sintética o encontrar un remedio contra el envejecimiento. Al mismo tiempo, cada vez que cocemos un huevo, alterando así la forma de sus proteínas, estamos modificando la naturaleza misma de la materia.

Hemos perdido el sentido de la química, en cuanto arte y ciencia de la vida diaria y de la gente común. Sin embargo, podemos recuperarlo. Hace poco, en el marco del programa museográfico de la Chemical Heritage Foundation (fundación de la herencia de la química), pedí a una artista vidriera que nos mostrara su trabajo. Al principio estaba un tanto nerviosa y dijo que nunca había estudiado química y era totalmente lega (carente de experiencia o de conocimientos) en la materia. Pero luego, después de explicar lo que hacía, hablando de sus herramientas, del horno, de cómo manejaba el vidrio fundido, de los metales que agregaba y de la reacción del vidrio ante las diferentes temperaturas, se volvió de repente hacia mí y exclamó sorprendida: “¡Pero si soy química!” Al comienzo de este artículo dije que ser hombre es transformar la materia. Me gustaría concluirlo variando así esa frase: transformar la materia es ser humano. Todos somos químicos (Meyer, 2011, p.p 11-16).

- f. Conteste las siguientes preguntas:
- ¿Tú también te puedes considerar químico? ¿por qué?
 - ¿Qué transformaciones has hecho en casa o en el laboratorio de agroindustria?

Cada estudiante escribe sus respuestas en la guía de trabajo.

- g. Como tarea para la casa, consulte las características, composición de la parafina para el desarrollo de la siguiente sesión.

NOTA: Si el tiempo de la sesión se llega a terminar en esta parte de la actividad, el numeral H se desarrolla al comienzo de la siguiente clase. Sin embargo, la tarea propuesta en el numeral I si puede ser asignada a los estudiantes.

- h. Finalmente el maestro retoma las conclusiones de los estudiantes y profundiza en las diferencias entre un cambio físico y un cambio químico, como soporte para su explicación puede utilizar el video “Cambio químico de la materia” (el cual se puede encontrar en este link <https://www.youtube.com/watch?v=mA4gj6VDgQ&t=53s>), y la animación “cambios de estado y modelo de partículas (el cual se puede encontrar en este link <https://www.youtube.com/watch?v=yAyvHz7ZXuA>).
- i. Como tarea para la casa cada estudiante debe construir un mapa conceptual referente a las transformaciones de la materia. En él se deben articular los principales conceptos trabajados hasta el momento, con respecto a cambios físicos y químicos. Además, se les pide que consulten las características y composición de la parafina para el desarrollo de la siguiente sesión.

Anexo 8: actividad 4 (a4): ¿por qué arden las velas?

1. Objetivo de Aprendizaje

Identificar las sustancias que participan en un cambio químico y representar la interacción atómica mediante una ecuación química.

2. Materiales:

- Vela
- Botella plástica de 1.75 L, con la boquilla cortada
- 1 tazón
- Fósforos

3. Desarrollo de la Clase

- A. Analice el siguiente texto y conteste las preguntas que se encuentran al final del mismo.

El descubrimiento de Joseph Priestley

Joseph Priestley era un científico inglés, que en 1774 se percató de que si introducía una vela encendida en el recipiente donde se encontraba un gas que él había descubierto previamente, la llama de la vela se quemaba de una forma extraordinariamente vigorosa. Priestley sabía que había descubierto una sustancia gaseosa, pero aún no era del todo consciente de qué era lo que tenía exactamente entre manos. Tras muchos meses dando vueltas a la posible utilidad del gas recién descubierto, repitió de nuevo el experimento con la intención de exponer directamente a un ser vivo a él, dándose cuenta que sobrevivía (García, 2010).

Sin embargo la interpretación que hizo Priestley de su hallazgo, en ese momento fue errónea, ya que no establecía la verdadera identidad del gas. Sus explicaciones estaban enmarcadas en la teoría predominante de esa época y fue con el paso del tiempo y el trabajo de otros investigadores, que la comunidad científica cambió sus ideas sobre la naturaleza de ese gas.

- ¿Qué interpretación le hubieras dado tú a ese descubrimiento?
 - ¿Cuál crees que es la razón por la cual se mantienen encendidas las velas?
- D. Posteriormente coloque la vela en el plato, asegurándola con plastilina. Finalmente encienden la vela y la tapan con la botella.

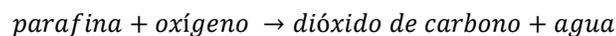


- E. Registre 2 de los principales fenómenos observados durante la práctica, dibújelos y registre sus observaciones en la siguiente tabla:

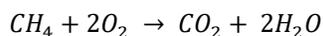
Fenómenos observados		
Descripción de lo observado (tiempos y características del proceso)		
Explicación		
Nueva explicación		

(NOTA: La casilla referente a “nueva explicación” se llenará al final de la socialización grupal y de la retroalimentación del maestro).

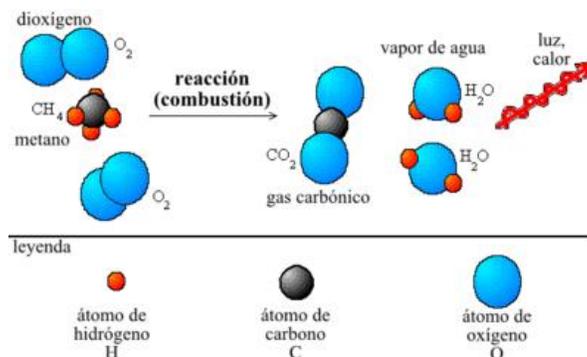
- F. Frente al fenómeno de combustión de la vela, pregúntele a los estudiantes *¿Cuál cambio químico pudieron identificar?* y *¿Qué sustancias cree que se formaron en él?* A continuación pídale que utilizando símbolos químicos representen todo el proceso de la combustión (sus respuestas deben registrarse en las guías de trabajo). Es importante que ellos utilicen la simbología química, ya que es una temática trabajada con anterioridad, teniendo en cuenta la estructura del plan de estudios de la institución.
- G. Después de los análisis hechos por los estudiantes, el maestro utiliza las ideas propuestas por ellos, para comenzar con la construcción grupal de la representación simbólica del proceso de combustión de la parafina. A partir de las respuestas de los estudiantes, el maestro debe enfocar la discusión de la clase, hacia la definición de los reactivos y productos participantes en la reacción observada. Es decir, enfocar la discusión hacia el oxígeno presente dentro de la botella, la parafina de la vela, el dióxido de carbono y el vapor de agua. Se sugiere que durante la retroalimentación el maestro aclare la composición de la parafina, para facilitar la comprensión de la reacción. Posteriormente puede proponerle a los estudiantes un ejemplo de combustión de parafinas gaseosas tomando como punto de partida el metano, para que puedan llegar a comprender como se representa el proceso de combustión de parafinas sólidas.



Reactivos Productos



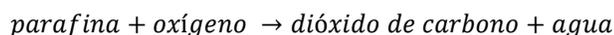
Con el fin de que los estudiantes relacionen la representación corpuscular de la materia con los cambios químicos, la ecuación también puede representarse de la siguiente manera:



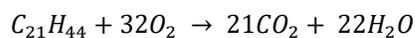
Tomado de: yakeliin.wikispaces.com

En esta parte de la clase, el maestro relaciona la ley de la conservación de la materia (trabajada anteriormente), con el modelo de cambio químico como reorganización atómica. Se presenta la idea de la interacción de las moléculas (grupos de átomos) de los reactivos, que se reorganizan en nuevas moléculas en los productos (nuevos grupos de átomos). La discusión debe centrarse en que el número de partículas de las sustancias que participan en el comienzo de la reacción (reactivos), debe ser igual al número de partículas de las sustancias que se producen al final de la misma (productos). El maestro relaciona los conceptos de compuesto, elemento y el método de balanceo por tanteo. Lo importante es hacer énfasis en la naturaleza corpuscular de la materia.

- F. Después del análisis hecho al proceso de combustión, pida a sus estudiantes que reflexionen nuevamente sobre los dos fenómenos observados: la vela que se apaga y el vapor de agua dentro de la botella. Pídales que den una nueva explicación teniendo en cuenta las sustancias que se consumen y se producen en el proceso.
- G. Como trabajo complementario para la casa, el docente pide a los estudiantes que diseñen un modelo corpuscular en 3D, que represente la combustión de una parafina sólida de 21 carbonos y que señale los reactivos y productos del proceso. La ecuación que ellos deben llegar a construir es:



Reactivos Productos



Anexo 9: actividad 5 (a5): ¿todas las transformaciones químicas en tu entorno son iguales?

1. Objetivo de Aprendizaje:

Identificar y clasificar algunos cambios químicos que ocurren en el cuerpo o en el entorno.

2. Materiales: 1 globo

- Vinagre
- Bicarbonato de sodio
- 1 Erlenmeyer
- Agua oxigenada
- Jugos de un trozo de carne fresco
- 1 papa
- Un clavo oxidado y uno sin oxidar

3. Desarrollo de la Clase

- A. Socialización de los modelos en 3D de la reacción de combustión de la parafina trabajada en la sesión pasada. Deben centrar sus explicaciones teniendo en cuenta la forma en que se reorganizaron los átomos en el proceso, las sustancias que cambiaron y las sustancias que se formaron. Además, es importante que expliquen su concepción de cambio químico, relacionándolo con la ley de la conservación de la materia.
- B. En el grupo de trabajo analizar la siguiente pregunta *¿todas las transformaciones químicas son iguales?* Cada alumno debe escribir su respuesta, para contrastarla al final de la clase.
- C. Para explorar algunos tipos de reacciones que ocurren en el entorno analizaremos tres de ellas:

-El bicarbonato y el dolor de úlcera: Para que los estudiantes puedan reconocer algunas de las características de las reacciones de neutralización, se les pide que en un Erlenmeyer agreguen unos mL de Ácido Acético (medir el pH del ácido antes de la reacción, con papel indicador y registrar la temperatura) y tapen la boca del recipiente con un globo que contenga bicarbonato de sodio, de la siguiente manera:



Los estudiantes registran sus observaciones en la siguiente tabla:

Sustancias participantes en la reacción	Descripción de la reacción	pH inicial	pH final	T° inicial	T° final	Reactivos	productos

<p>Reacción</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;"> <i>Bicarbonato de sodio</i> <i>ácido acético</i> <i>acetato de sodio</i> <i>dióxido de</i> <i>carbono</i> <i>agua</i> </p> <p style="text-align: center;">(vinagre)</p>
<p>Después de observar la reacción del bicarbonato con el ácido, ¿Por qué crees que el bicarbonato ha sido utilizado para aliviar el dolor producido por las úlceras?</p>	
<p>Tipo de reacción (este ítem se llena al final de la actividad)</p>	

-El agua oxigenada y las heridas: Agregue aproximadamente 5 cc de agua oxigenada a un Erlenmeyer, luego vierta en el mismo recipiente una muestra de sangre (obtenida de los jugos de un pedazo de carne fresco), y tapen la botella. Debe producirse una espuma densa y es posible que, si se le acerca un fósforo, la llama se aviva. Después de las observaciones construya la siguiente tabla:

Sustancias participantes en la reacción	Descripción de la reacción	Reactivos	Productos	Reacción a la llama
<p>Reacción</p>	$2H_2O_2 \leftrightarrow 2H_2O + O_2$ <p>(peróxido de hidrógeno) <i>agua</i></p> <p><i>oxígeno</i></p> <p><i>Agua oxigenada</i></p>			

Representación corpuscular (utilice diferentes colores en la representación de la reacción)	
El agua oxigenada se utiliza como antiséptico en heridas, ya que muchas bacterias son anaeróbicas y mueren en presencia de Oxígeno. Después de análisis hecho, puedes decir ¿Cómo explicas desde la reacción este fenómeno?	
Tipo de reacción (este ítem se llena al final de la actividad)	

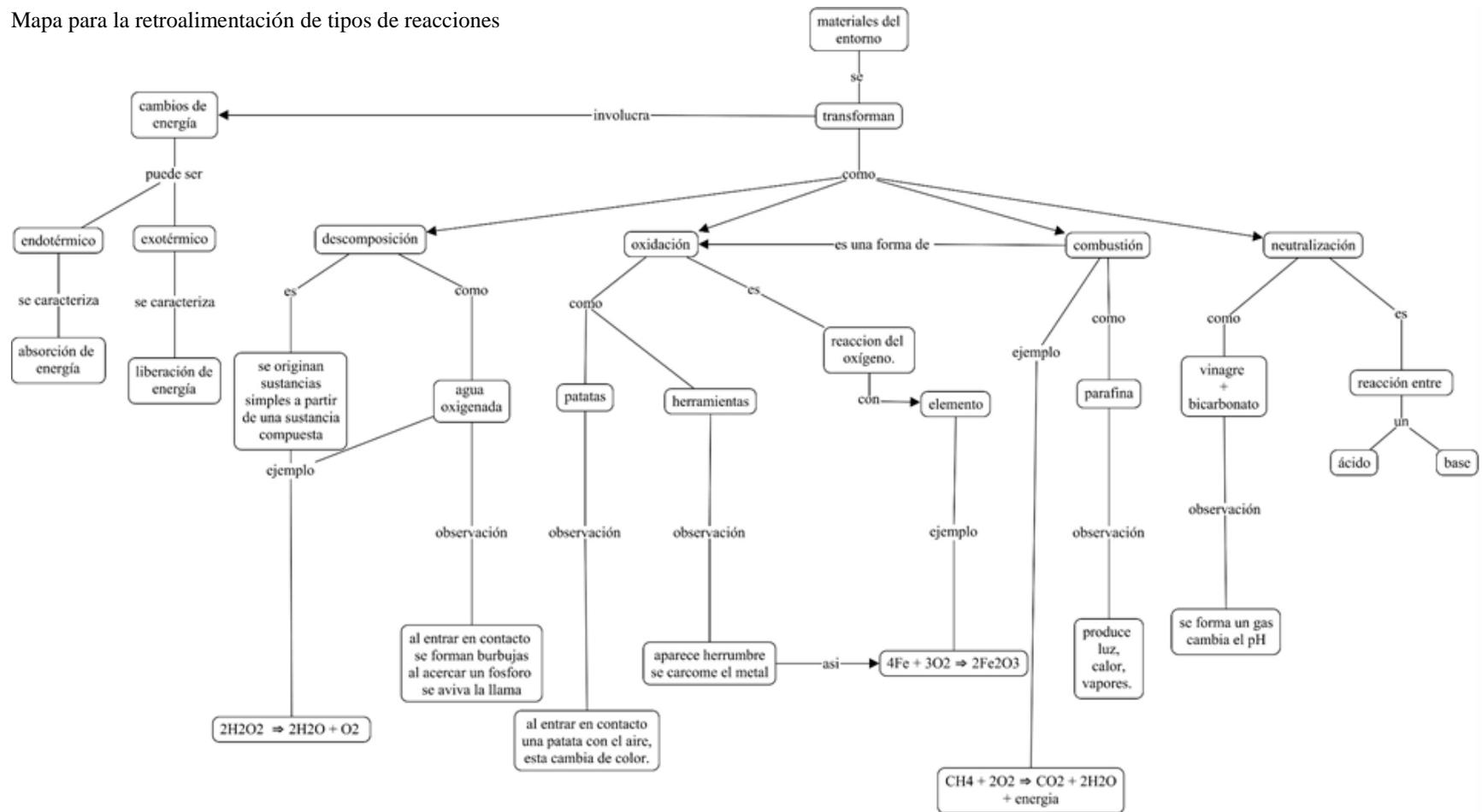
-Las herramientas, las papas y el óxido: Otra reacción evidente en el ambiente es la oxidación de metales y de algunos alimentos. Para reconocer este tipo de transformaciones, inicie comparando un clavo oxidado con clavo sin oxidar. Posteriormente compare cómo reacciona un trozo de papa sumergido en agua, con un trozo de papa expuesto al aire. Registre sus observaciones en la siguiente tabla:

Sustancias participantes en la reacción	Descripción de la reacción	Reactivos	Productos
Papa	En agua (especifique tiempos):		
	Expuesta al aire (especifique tiempos):		

Clavo oxidado			
Reacción de oxidación del Hierro (Fe)	$4Fe + 3? \rightarrow 2?$		
Representación corpuscular (utilice diferentes colores en la representación de la reacción)			
Después de las analizar lo sucedido con la papa y con el clavo, ¿qué tienen en común las dos transformaciones químicas?			
Tipo de reacción (este ítem se llena al final de la actividad)			

- D. Para cerrar la sesión cada pareja de trabajo socializa sus resultados y discuten con los otros grupos las semejanzas y diferencias encontradas. El maestro retroalimenta los aportes de los estudiantes y aclara las dudas frente a la temática. Puede utilizar el mapa conceptual que se presenta a continuación.
- E. Finalmente escriba el tipo de reacción al que corresponden las transformaciones observadas, y analice la respuesta inicial a la pregunta de la clase, contrastando sus resultados con la predicción inicial.

Mapa para la retroalimentación de tipos de reacciones



Anexo 10: actividad 6 (a6): ¿cómo podemos comprobar la ley de la conservación de la materia?

1. Objetivo de Aprendizaje

Demostrar la ley de la conservación de la materia en un cambio químico.

2. Materiales:

- Bicarbonato de sodio
- Vinagre
- Balanza electrónica
- 3 Erlenmeyer
- 3 Globos

3. Desarrollo de la Clase

- A. ¿Cómo podemos comprobar experimentalmente la ley de la conservación de la materia? Cada alumno registra su respuesta en la guía de trabajo.
- B. En esta sesión retomamos la reacción del bicarbonato de sodio con el vinagre. Vamos a pesar 3 cantidades diferentes de bicarbonato y a medir 3 volúmenes iguales de ácido acético, para repetir el proceso tres veces. Inicialmente, registren los pesos del erlenmeyer y del globo. Luego hacer los montajes sobre una balanza electrónica (manipulada anteriormente en otras prácticas de laboratorio), registrando la masa inicial y la masa al final de las reacciones.



- C. Luego los grupos de trabajo registran las observaciones en las siguientes tablas:

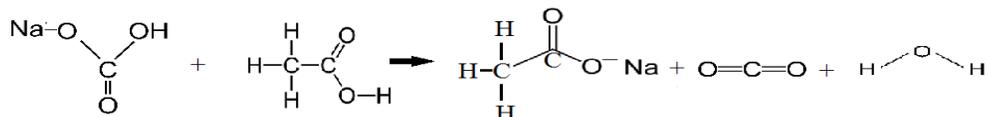
Se establece primero el peso del material sin las sustancias que van a reaccionar, para poder discriminarlos y establecer el peso de cada reactivo.

Material	Masa (gramos)			
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Erlenmeyer + globo (montaje 1)				
Erlenmeyer + globo (montaje 2)				
Erlenmeyer + globo (montaje 3)				

Luego registran los siguientes valores, durante el proceso de reacción:

	Masa inicial del montaje antes de la reacción del bicarbonato de sodio con el vinagre	Masa del bicarbonato de sodio	Masa del vinagre	Masa final del montaje cuando reacciona el bicarbonato de sodio con el vinagre	¿Varió la masa total de la sustancias al final de la reacción? Explique su respuesta.
Reacción 1					
Reacción 2					
Reacción 3					

- D. Al finalizar el análisis de resultados, los estudiantes socializan y contrastan sus conclusiones con los otros grupos, y el maestro retroalimenta la actividad, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por el grupo.
- E. Como trabajo complementario para la casa:
- Consulte o explique cómo se relaciona el concepto de masa y con el de materia.
 - Dibuje una representación corpuscular en 3D, que represente la reacción observada:



*Bicarbonato de sodio
(Vinagre)*

ácido acético

acetato de sodio

dióxido de carbono

agua

- Realizar la lectura "*Quema de basura contamina más de lo que informan los gobiernos: estudio*", con el fin de que relacionen la temática trabajada con las implicaciones ciencia, tecnología y sociedad. (Link de la lectura <http://www.animalpolitico.com/2014/08/quema-de-basura-contamina-mas-de-lo-que-informan-los-gobiernos-estudio/>). Tomado de Redacción Animal Político, agosto 27 2014, 08:42.

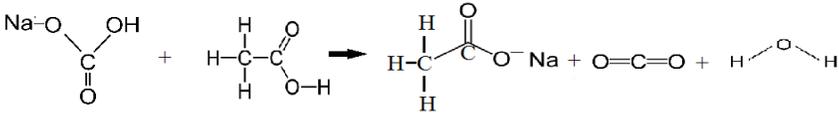
Anexo 11: actividad 7 (a7): mediciones en las transformaciones químicas

Objetivo de Aprendizaje

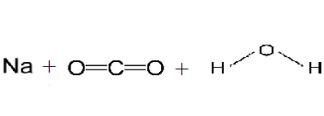
Al final de la actividad se espera que el estudiante aprenda a: Establecer las cantidades teóricas de los reactivos y productos que participan en un cambio químico, con el fin de comprobar ley de la conservación de la materia.

Desarrollo de la Clase

- A. Cada estudiante socializa su modelo en 3D, referente a la representación corpuscular de la reacción del bicarbonato de sodio con el ácido acético. Se le pide a los estudiantes que retomen los resultados experimentales del numeral B de la sesión anterior y los resuma en la siguiente tabla:

Representación de la reacción			
	Masa del bicarbonato (g) NaHCO ₃	Masa del vinagre (g) C ₂ H ₄ O ₂	Masa del producto (g) (masa final del montaje discriminando el Erlenmeyer y el globo)
Reacción 1			
Reacción 2			
Reacción 3			

- B. Después de la explicación, establezca las cantidades teóricas que se esperarían obtener, de cada uno de los productos de la reacción. Consigne en la guía los cálculos desarrollados y registran los resultados finales en la siguiente tabla:

Representación de la reacción						
	Masa del bicarbonato (g) NaHCO ₃	Masa del vinagre (g) C ₂ H ₄ O ₂	Masa teórica de los producto (g)			
			Acetato de sodio	Dióxido de carbono	Agua	Total de masa de producto
Reacción 1						
Reacción 2						
Reacción 3						

Anexo 12: actividad 8 (a8): mi proyecto productivo y las transformaciones químicas.

Descripción

- 1. Duración:** 1 hora
- 2. Espacio:** Laboratorio
- 3. Materiales:**
 - Los que requiera cada grupo de trabajo. Por tal razón, los grupos deben presentar su diseño con anterioridad al maestro, para determinar así los materiales con los que cuenta el laboratorio.
 - Guías impresas con la práctica a desarrollar.
- 4. Objetivo de Aprendizaje**

Al final de la actividad se espera que el estudiante este en la capacidad de: Construir un diseño experimental que le permita explicar las transformaciones de la materia en su entorno, teniendo en cuenta el modelo de cambio químico como reorganización atómica.

- 5. Desarrollo de la Clase**
 - A. Cada grupo de trabajo socializa sus hipótesis de trabajo
 - B. Ejecución de los diseños experimentales de cada grupo.
 - C. Como momento final de la clase, se da un espacio para que cada grupo de trabajo pueda discutir sus resultados y escriba una conclusión frente a la hipótesis propuesta en su diseño experimental.
 - D. Finalmente como trabajo para la casa, deben elaborar un informe escrito frente a los resultados de su experimentación, contrastando su hipótesis inicial con los resultados obtenidos, aspecto que debe ser evidente en sus conclusiones. Dentro del informe deben presentar tablas, gráficas o diagramas con base en los resultados y el análisis de resultados. Además, como anexo del informe deben entregar un formato de autoevaluación, cuyos criterios se explican en el siguiente apartado.

Anexo 13 : actividad 9, evalúa tus competencias científicas

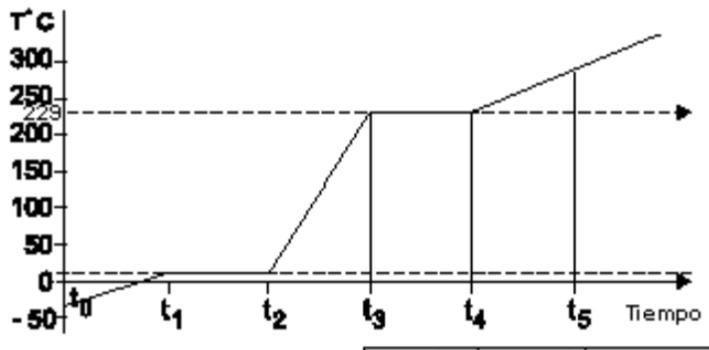
- Un estudiante leyó que el investigador Joseph Priestley en 1771, realizó el siguiente experimento: metió un ratón dentro de una caja de vidrio transparente que impedía que entrara aire del exterior y después de poco tiempo el ratón murió. Luego colocó una vela encendida en la misma caja de vidrio transparente y después de poco tiempo la vela se apagó. El estudiante replicó el experimento teniendo en cuenta diferentes variables y llegó a la conclusión que en el aire hay un componente indispensable para el proceso de combustión y de respiración. ¿Qué debería hacer el estudiante para estar seguro de su afirmación?

- Repetir el experimento con diferentes clases de velas.
- Validar sus resultados con otros compañeros y con un el maestro.
- Repetir el experimento con diferentes animales.
- Buscar la solución en la web.

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
B	Aspectos analíticos de las sustancias	Explicar

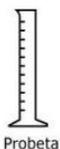
(Pregunta adaptada de Muñoz, 2014)

- Para construir una gráfica que relacione los cambios de estado, con las variaciones de temperatura en función del tiempo, de la siguiente manera:



- Medir los cambios en la temperatura y registrar los tiempos en los que se produce un cambio de estado en la sustancia
- Medir los tiempos en los que se calienta o se enfría la sustancia que se está estudiando
- Medir las temperaturas en las que se calienta o se enfría la sustancia que se está estudiando
- Medir los tiempos en los cuales la sustancia se encuentra a 0° y a 229°

3. En el laboratorio, un estudiante quiere determinar la temperatura en la cual seis sustancias líquidas, cambian de estado líquido a estado gaseoso. Él cuenta con un vaso de precipitado y otros cinco instrumentos, que se muestran a continuación:



Además del vaso de precipitado, ¿qué otros instrumentos son imprescindibles para que el estudiante pueda realizar el experimento?

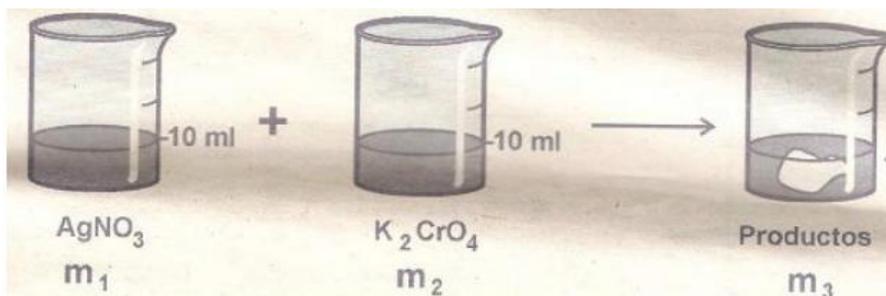
La pregunta se evalúa teniendo en cuenta la siguiente rejilla de codificación:

Crédito total: Los estudiantes mencionan termómetro y mechero

Crédito parcial: Los estudiantes mencionan solo una de las opciones mechero o termómetro.

Sin Crédito: cualquier respuesta que vincule balanza, probeta o cronómetro, o cualquier otra que no aplique. (Pregunta abierta de respuesta corta, tomada y adaptada del ICFES Saber 11°, 2012, p.33)

4. Algunos de los elementos hallados en las charcas donde habita Alittesp, es el Nitrato de plata y el cromato de potasio. En el laboratorio se harán mezclas para determinar qué sustancias son en realidad las causantes de la intoxicación de esta especie. Para esto, se tienen dos vasos graduados, uno con 10 mL de una solución de Nitrato de Plata (AgNO_3) y el otro con 10 mL de una solución de Cromato de Potasio (K_2CrO_4). Al mezclarse se observa que se han producido dos nuevas sustancias, una en solución y la otra en un sólido que se precipita.



Si se determina la masa de los productos (m_3) se espera que:

- A. m3 sea mayor que m1 y menor que m2
- B. la suma de m1 y m2 sea igual a m3
- C. m3 sea igual a m2 pero mayor que m1
- D. la suma de m1 y m2 sea menor que m3

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
B	Aspectos analíticos de mezclas	Uso de conceptos

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

5. Las partículas representadas en el esquema conforman:



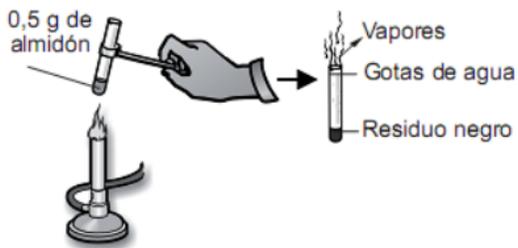
- A. un átomo.
- B. un elemento.
- C. un compuesto.
- D. una mezcla.

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
C	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	Uso de conceptos

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

Responda las preguntas 9 y 10 teniendo en cuenta la siguiente información

Se colocan en un tubo de ensayo 0,5 g de almidón puro, luego se calienta directamente a la llama, como se ilustra en la figura. En la siguiente tabla se resume la experiencia.



	INICIAL	FINAL		
Color	Blanco	Vapores residuo negro		
Composición	$(C_6H_{10}O_5)_n$ n = unidades de maltosa	Carbono	Dióxido de Carbono	Agua
Estado	Sólido	Sólido	Gas	Líquido

6. Se analiza el residuo negro obtenido de la combustión del almidón y se determina que es carbono, por lo cual, es válido afirmar que en el almidón ocurre un cambio:
- A. químico, porque hay un cambio de estado.
 - B. físico, porque no se altera su composición.
 - C. químico, porque cambia su composición.
 - D. físico, porque hay un cambio de color.

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
C	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	Explicar

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

7. Del almidón puede decirse que es:
- A. una mezcla de los compuestos carbono, hidrógeno y oxígeno.
 - B. un compuesto formado por carbono, hidrógeno y oxígeno.
 - C. un elemento que puede descomponerse en carbono, hidrógeno y oxígeno.
 - D. un compuesto formado por los elementos agua, carbono y dióxido de carbono.

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
B	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	Explicar

(Pregunta tomada y adaptada de Muñoz, 2014)

8. De acuerdo con la fórmula química del carbonato de calcio CaCO_3 , es válido afirmar que éste
- A. tiene tres moléculas de carbonato
 - B. está compuesto por tres clases de moléculas
 - C. tiene tres átomos de O2
 - D. está compuesto por tres clases de átomos

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
D	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	Uso de conceptos

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

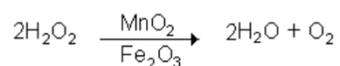
9. La producción de dióxido de carbono (CO_2) y agua se lleva a cabo por la combustión del propanol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$). La ecuación que describe este proceso es
- A. $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \rightarrow 3 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - B. $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + 4,5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$



CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
B	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	Uso de conceptos

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

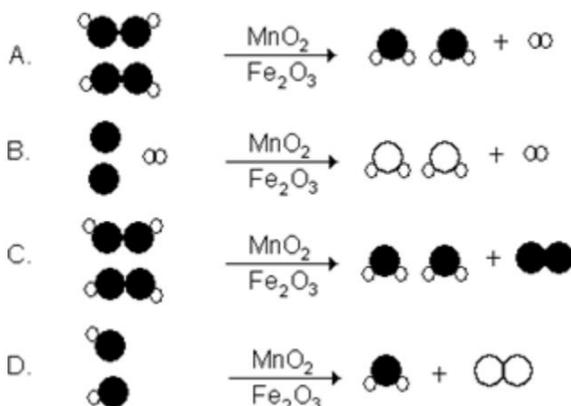
10. La descomposición de un peróxido de hidrogeno se puede representar por la siguiente ecuación balanceada



Elemento	Representación
H	○
O	●

La imagen

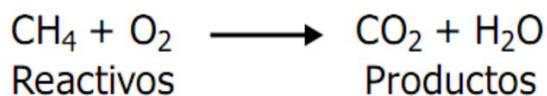
que mejor representa la ecuación es



CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
C	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	Indagar

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

11. Un estudiante propone la siguiente ecuación para la combustión del metano (CH₄):



El estudiante no está seguro de si la ecuación esta balanceada, por lo que le pide a su profesor explicarle una de las razones por la cual la ecuación no esta balanceada. ¿Qué debería responderle el profesor?

- A. No está balanceada, porque en los reactivos no había agua.
- B. Sí está balanceada, porque hay 1 átomo de carbono tanto en los reactivos como en los productos.
- C. No está balanceada, porque hay 4 átomos de hidrógeno en los reactivos y 2 átomos de hidrógeno en los productos.
- D. Sí está balanceada, porque reaccionan 1 mol de metano y de O₂, que producen 1 mol de H₂O y de CO₂.

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
C	Aspectos analíticos de sustancias	Explicar

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

12. De acuerdo a la siguiente reacción:



Es válido afirmar que la ecuación anterior, cumple con la ley de la conservación de la materia, porque:

- A. el número de átomos de cada tipo en los productos es mayor que el número de átomos de cada tipo en los reactivos
- B. la masa de los productos es mayor que la masa de los reactivos
- C. el número de átomos de cada tipo en los reactivos es igual al número de átomos del mismo tipo en los productos
- D. el número de sustancias reaccionantes es igual al número de sustancias obtenidas.

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
C	Aspectos analíticos de sustancias	Explicar

(Pregunta tomada de Muñoz, 2014)

13. Cuando la mantequilla es sometida a calentamiento, cambia de estado sólido a estado líquido, esto ocurre debido a que:
- A. Sufre un cambio físico de tipo exotérmico ya que libera calor.
 - B. Sufre un cambio físico de tipo endotérmico ya que absorbe calor.
 - C. Sufre un cambio químico de tipo endotérmico ya que absorbe calor.
 - D. Sufre un cambio químico de tipo exotérmico ya que libera calor.

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
-------	------------	-------------

B	Aspectos analíticos de sustancias	Explicar
---	-----------------------------------	----------

14. En nuestra cocina ocurren diversos cambios físicos y químicos. La cocción de un huevo representa:

- A. Un cambio químico debido a que al calentarlo se desnaturalizan sus proteínas
- B. Un cambio físico porque cambia de estado líquido a sólido
- C. Un cambio químico debido a que cambia su masa
- D. Un cambio físico porque cambia su color

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
A	Aspectos analíticos de sustancias	Explicar

15. Al cocinar un huevo:

- A. Varía su masa y por consiguiente la cantidad de materia
- B. No varía su masa, ni la cantidad de materia
- C. Varía su masa pero no la cantidad de materia
- D. Varía su masa y su forma

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
B	Aspectos analíticos de sustancias	Explicar

16. Las reacciones de combustión se caracterizan por:

- A. Generar oxígeno y agua
- B. Absorber energía
- C. Producir CO₂ y H₂O
- D. Oxidar los alimentos

CLAVE	COMPONENTE	COMPETENCIA
C	Aspectos analíticos de sustancias	Identificar

Anexo 14: Rúbricas de evaluación y autoevaluación

Rúbrica actividad 1

ESCALA	DESCRIPCIÓN
5	<ul style="list-style-type: none">-El estudiante propone un modelo explicativo que da respuesta al cambio observado.-El estudiante socializa su modelo y establece un diálogo constructivo con los otros grupos de trabajo.-El estudiante demuestra interés y participa activamente en la clase, desarrollando todas las actividades propuestas.
4	<ul style="list-style-type: none">-El estudiante propone un modelo que da respuesta al cambio observado.-El estudiante socializa su modelo, pero no establece un diálogo constructivo con los otros grupos de trabajo.-El estudiante demuestra interés y participa activamente en la clase, desarrollando todas las actividades propuestas.
3	<ul style="list-style-type: none">-El estudiante propone un modelo explicativo pero no es coherente con la pregunta propuesta.-El estudiante socializa su modelo, pero presenta pocos argumentos y no establece un diálogo constructivo con los otros grupos de trabajo.-El estudiante no demuestra mucho interés y no desarrolla todas las actividades propuestas.
2	<ul style="list-style-type: none">-El estudiante no propone un modelo explicativo que dé respuesta al cambio observado.-El estudiante no socializa su modelo y no establece un diálogo constructivo con los otros grupos de trabajo.-El estudiante no demuestra interés y no desarrolla las actividades propuestas.

Rúbrica para identificar ideas previas

IDEA PREVIA	DESCRIPCIÓN
	No conciben la idea de cambio químico y solo reconocen los cambios físicos de las sustancias.
	Conciben el mundo microscópico (átomos, moléculas), igual que el mundo macroscópico, pero en una escala más pequeña (Furió y Furió, 2000)
	Aseguran que el material varía su apariencia pero sigue manteniendo su identidad (Furió, C.C., 2000. p. 307).

Rúbrica para evaluar actividad 2

Componente	Descripción	Puntos
Comprensión del cambio físico	Explica los cambios físicos que experimentan los materiales del entorno, teniendo en cuenta las variaciones energéticas y el carácter inalterable de la composición interna de la materia.	5
	Explica los cambios físicos que experimentan los materiales del entorno, pero no tiene en cuenta sus variaciones energéticas. Sin embargo, el estudiante comprende que en este tipo de cambios, la composición interna de la materia no modifica.	4
	Explica los cambios físicos que experimentan los materiales del entorno, pero no tiene en cuenta sus variaciones energéticas. Además no tiene claro el carácter inalterable de la composición interna de la materia, en este tipo de cambios.	2
Naturaleza de la ciencia y Metodología del	Utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio y organiza los montajes de forma apropiada.	5

trabajo científico (Procedimental)	Utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio, pero se le dificulta organizar algunos de los montajes requeridos.	4
	No utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio.	2
Naturaleza de la ciencia y Metodología del trabajo científico (Actitudinal)	Explica sus resultados y puntos de vista con argumentos sólidos, utilizando lenguaje científico. Además reconoce otros puntos de vista y los compara con los propios, para construir conclusiones.	5
	Explica sus resultados y puntos de vista, con argumentos sólidos, utilizando lenguaje científico. Pero no reconoce otros puntos de vista y no los compara con los propios, para construir conclusiones.	3
	Explica sus resultados y puntos de vista, pero no utiliza argumentos sólidos, ni utiliza el lenguaje científico. Además no reconoce otros puntos de vista, para compararlos con los propios y construir conclusiones.	2
TOTAL		

Rúbrica para evaluar actividad 5

Componente	Descripción	Puntos
Clasificación de los cambios químicos	Identifica y clasifica algunos cambios químicos que ocurren en el cuerpo o en el entorno, teniendo en cuenta los reactivos y productos que se generan en la reacción química.	5
	Identifica y clasifica algunos cambios químicos que ocurren en el cuerpo o en el entorno, pero no tiene en cuenta los reactivos y productos que se generan en la reacción química.	4

	No Identifica claramente algunos cambios químicos que ocurren en el cuerpo o en el entorno. Además, no tiene en cuenta los reactivos y productos que se generan en la reacción química.	2
Naturaleza de la ciencia y Metodología del trabajo científico (Procedimental)	Utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio y organiza los montajes de forma apropiada.	5
	Utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio, pero se le dificulta organizar algunos de los montajes requeridos.	4
	No utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio.	2
Naturaleza de la ciencia y Metodología del trabajo científico (Actitudinal)	Explica sus resultados y puntos de vista con argumentos sólidos, utilizando lenguaje científico. Además reconoce otros puntos de vista y los compara con los propios, para construir conclusiones.	5
	Explica sus resultados y puntos de vista, con argumentos sólidos, utilizando lenguaje científico. Pero no reconoce otros puntos de vista y no los compara con los propios, para construir conclusiones.	3
	Explica sus resultados y puntos de vista, pero no utiliza argumentos sólidos, ni utiliza el lenguaje científico. Además, no reconoce otros puntos de vista, para compararlos con los propios y construir conclusiones.	2
TOTAL		

Rúbrica para evaluar actividad 8

Componente	Descripción	Puntos
Comprensión del cambio químico	Identifica los cambios físicos y los cambios químicos que presentan los materiales de su	5

como reorganización atómica.	proyecto productivo. Además, representa los cambios químicos mediante ecuaciones, teniendo en cuenta la ley de la conservación de la materia y su naturaleza corpuscular.	
	Identifica los cambios físicos y los cambios químicos que presentan los materiales de su proyecto productivo. Pero no representa los cambios químicos mediante ecuaciones que tengan en cuenta la ley de la conservación de la materia y su naturaleza corpuscular.	4
	Identifica algunos cambios físicos y químicos que presentan los materiales de su proyecto productivo. No representa los cambios químicos mediante ecuaciones ni tiene en cuenta la ley de la conservación de la materia, ni su naturaleza corpuscular.	2
Naturaleza de la ciencia y Metodología del trabajo científico (Procedimental)	Utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio y organiza los montajes de forma apropiada.	5
	Utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio, pero se le dificulta organizar algunos de los montajes requeridos.	4
	No utiliza adecuadamente los materiales del laboratorio.	2
Naturaleza de la ciencia y Metodología del trabajo científico (Actitudinal)	Explica sus resultados y puntos de vista con argumentos sólidos, utilizando lenguaje científico. Además consulta otros puntos de vista y los compara con los propios, para construir conclusiones.	5
	Explica sus resultados y puntos de vista, con argumentos sólidos, utilizando lenguaje científico. Pero no consulta otros puntos de vista, para compararlos con los propios y construir conclusiones.	3
	Explica sus resultados y puntos de vista, pero no utiliza argumentos sólidos, ni utiliza el lenguaje científico. Además no consulta otros puntos de vista, para compararlos con los propios y construir conclusiones.	2
TOTAL		

Rúbrica de autoevaluación

Criterio	Siempre	Algunas Veces	Nunca	Explica tu respuesta
Siento que he aprendido qué son los cambios químicos, puedo reconocer algunos de ellos en mi entorno, y puedo compartir con otros este conocimiento.				
Razono a partir de observaciones.				
Formulo respuestas sobre un problema o tema dado				
Sustento mis respuestas con diversos argumentos.				
Compruebo experimentalmente mis ideas.				
Estoy en capacidad de comunicar oralmente y por escrito los procesos de indagación y los resultados que obtengo.				
Pongo a discusión mis ideas y propuestas, antes que imponerlas.				
Me hago responsable, tanto de mi aprendizaje como el de mis compañeros				
Cumplo mi función cuando trabajo en grupo, respeto las funciones de otros y contribuyo a lograr productos comunes.				

Anexo 15. Resultados pre-test y post-test, percepciones de los estudiantes frente al proceso de enseñanza-aprendizaje

Tabla. 17. Percepciones de los estudiantes frente al proceso de enseñanza-aprendizaje		
Pregunta	Ejemplo de respuestas en el pre-test	Ejemplo de respuestas en el post-test
¿Cómo son las clases?	1. “la profesora explica muy bien y sabe sobre muchos temas en particular” 2. “la explicación es muy concreta”	11. “Dinámicas ya que hacíamos la práctica experimental y después socializábamos” 12. “Me parecieron bastante practicas y aprendí mucho mas de esa manera” 13. “Hubieron muchas prácticas en el laboratorio y se trabajo bastante con los objetivos a realizar” 14. “Interesantes, las prácticas en el laboratorio las hacia mas claras a la hora de explicar porque ocurrían los cambios” 15. “Chevres motivadoras, ya que socializábamos y cualquier cosa que no entendia preguntaba”
¿Qué no te gusta de las clases?	3. “Que a veces escribimos demasiado y hay clases muy aburridas”(solo 2 estd)	16. “De la clase como tal, todo me gusto, fue algo innovador, y que me gustaría que se siguiera empleando” 17. “Me gusto que las actividades eran problemas de la vida cotidiana”
¿Cómo te sientes en las clases?	4. “Bien por que capto con facilidad los temas vistos” 5. “Muy satisfecha por los conocimientos aprendidos”	18. “ Muy bien me sentí en confianza, el poder socializar lo que quería, fue muy bueno” 19. “Bien porque me sentía seguro de aprender además de que eran interesantes las clases” 20. “Con entusiasmo, ya que son cosas que me llaman la atención, fue algo muy espontanio, diría que feliz. Al relacionarme con el laboratorio y con mis compañeros”
¿Qué otras actividades te gustaría que se hicieran en clase?	6. “Experimentar con los materiales del laboratorio” 7. “Mayor utilización de recursos audiovisuales”	No mencionaron otras actividades diferentes a las trabajadas
¿Cuál es tu rol o tu papel en las clases?	8. “Aprender los temas que nos da a conocer la profesora”	21. “Como un comprobador de hipótesis” 22. “Como un científico” 23. “Trabajar en la parte experimental y entender cada cambio o proceso” 24. “Me mantuve activo, participando y socializando” 25. “Observar los diferentes cambios químicos y también los cambios físicos”
¿Cuál es el rol o el papel de la maestra en las clases?	9. “Enseñar hasta que quede claro el tema” 10. “Nos explica para que entendamos mejor”	26. “Una guía” 27. “Explicarnos las actividades, darnos las indicaciones, aclarar dudas y proponernos preguntas” 28. “Atender las preguntas de los alumnos” 29. “Estar observando lo que hacíamos” 30. “Socializar las prácticas” 31. “Motivarnos”

		32. “Muy propuesta a lo que necesitábamos, siempre pendiente ayudándonos. Cualquier cosa que necesitábamos siempre nos respondía acorde al tema, con respeto y paciencia”
--	--	---